Геннадій Гайко, Володимир Білецький

ГІРНИЦТВО
В ІСТОРІЇ ЦИВІЛІЗАЦІЇ

Геннадій ГАЙКО
Володимир БІЛЕЦЬКИЙ

ГІРНИЦТВО В ІСТОРІЇ ЦИВІЛІЗАЦІЇ

Київ

Видавничий дім
«Києво-Могилянська академія»
2015

УДК 622 (09)
ББК И 11/18г
Г 12

У книзі показано вплив гірничої діяльності людства на перебіг і хронологію історичних процесів, розкрито її роль у становленні й розвитку технологічної цивілізації та системи наукових знань. Феномен гірництва розглянуто як поєднання гуманітарних і технологічних аспектів. Описано численні об'єкти культурної спадщини гірників. Досягнення гірничої археології останніх десятиліть подано в контексті всесвітньої історії гірництва.

Книга розрахована на широке коло читачів – науковців, викладачів, студентів.

Рекомендовано Вченою радою ІЕЕ НТУУ
«Київський політехнічний інститут»
(протокол № 6 від 14 грудня 2015 р.).

Рецензенти:
д-р техн. наук, проф. **Володимир Бондаренко**
(Національний гірничий університет)

д-р техн. наук, проф. **Віктор Кравець**
(НТУУ «Київський політехнічний інститут»)

д-р іст. наук, проф. **Віталій Отрощенко**
(Інститут археології НАНУ, НУ «Києво-Могилянська академія»)

На обкладинці –
гірничий алтар собору Св. Анни в Аннаберзі (Німеччина)
роботи Г. Гессе

ISBN 978-966-518-690-8

© Гайко Г. І., Білецький В. С., 2016
© Видавничий дім
«Києво-Могилянська академія», 2016

ЗМІСТ

Передмова. ІСТОРІЯ ЦИВІЛІЗАЦІЇ НА ШЛЯХАХ ОПАНУВАННЯ НАДР 5

1. КАМ'ЯНА ДОБА 9

1.1. Початки видобутку і використання каменю та глин 11

1.2. Каменоломні: «Кам'яна доба, що ніколи не закінчувалась» 24

2. ДОБА МІДІ ТА БРОНЗИ 43

2.1. Відкриття перших виробничих металів 45

2.2. Найдавніші центри мідного промислу 54

2.3. Початки видобутку благородних металів 81

3. ДОБА РАННЬОГО ЗАЛІЗА 99

3.1. Освоєння й поширення заліза 101

3.2. Видобуток благородних металів у добу античності 118

4. ЕПОХА СЕРЕДНЬОВІЧЧЯ 139

4.1. Благородні метали як основа розвитку середньовічного гірництва 141

4.2. Виробничі метали 203

4.3. Солевидобуток 225

4.4. Коштовне каміння Старого Світу 234

4.5. Традиції, вірування, знання 256

5. ЕПОХА ВЕЛИКИХ ГЕОГРАФІЧНИХ ВІДКРИТТІВ 273

5.1. Перші успіхи 275

5.2. Золото та срібло Іспанської Америки 280

5.3. Смарагди Колумбії та алмази Бразилії 299

6. ДОБА ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ: ВИТОКИ, ПЕРЕТВОРЕННЯ, ДОСЯГНЕННЯ 309

6.1. «Підготовчий період» 311

6.2. Технічний прогрес як рушій промислової революції. 335

7. ЗОЛОТІ ТА АЛМАЗНІ ЛИХОМАНКИ XIX ст. 367

7.1. Північна Америка 369

7.2. Австралія та Південна Африка 383

7.3. Північна Азія (Урал і Сибір) 402

8. «КРОВ І КИСЕНЬ» ІНДУСТРІАЛЬНОЇ ЕПОХИ (НАФТА І ГАЗ) 419

8.1. Давні історичні свідчення. 421

8.2. Перші центри промислового видобутку 431

Післямова. КУЛЬТУРНА СПАДЩИНА ГІРНИКІВ — ЗБЕРЕЖЕННЯ, ВИВЧЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ 453

ЛІТЕРАТУРА. 458

Передмова
ІСТОРІЯ ЦИВІЛІЗАЦІЇ НА ШЛЯХАХ ОПАНУВАННЯ НАДР

На руку гірника спирається весь світ.
Англійське прислів'я

Історія цивілізації — це значною мірою історія технічного прогресу, зокрема історія винаходів, зростання енергоспоживання, накопичення та використання знань. У цьому контексті історія освоєння земних надр людиною є найбільш показовою, найбільш довготривалою в часі й найбільш інтегративною порівняно з іншими галузями матеріального виробництва. Впродовж тисячоліть гірництво як промислова діяльність людини і як мистецтво (тобто досконале вміння, майстерність) увібрало в себе досвід багатьох поколінь — від первісних рудознавців архаїчних спільнот до професійних гірників різних історичних епох і культур. Наукове відтворення цього багатогранного досвіду задля осягнення цілісного сприйняття гірничої діяльності в часі та просторі, кращого розуміння її сьогоднішнього й прийдешнього дня, збереження культурної спадщини гірників минулого стало першопричиною та рушієм нашої праці над «Гірництвом в історії цивілізації». Пам'ятаючи, що «справжній спеціаліст повинен знати історію справи, якій він служить», ми писали цю книгу з думкою про студентську молодь, яка, осягаючи досвід гірників-попередників, краще розуміє обраний фах, стає розважливішою та мудрішою у справі збереження й примноження гуманітарної спадщини гірників і металургів.

Через призму історії гірництва ми розглядаємо історію самого людства, становлення цивілізованого суспільства, освоєння нових земель, розвиток техніки й технологій, економіки та промисловості, науки та культури. Ми простежуємо поступ ціннісних орієнтирів, які зазнають реальних змін під впливом поліпшення матеріальних умов життя, інтелектуального й суспільно-політичного

розвитку. Історія гірництва — це дзеркало багатьох проявів людської практики та людського інтелекту, тло, на якому відбувалося відображення звичаїв, правил поведінки, суспільних свобод, що уособлювали собою підсумок історичного досвіду та зародки майбутніх змін на краще.

Здійснений у виданні ретроспективний огляд і аналіз пам'яток гірництва та дотичних практик (передусім металургії) охоплює майже всі континенти, але в першу чергу акцентує увагу на європейських здобутках. При цьому ми йдемо історичними шляхами освоєння земних надр: кам'яна доба — вік міді (бронзи) — вік давнього заліза — епоха Середньовіччя — епоха Великих географічних відкриттів — доба промислової революції. В окремих розділах висвітлено спеціальні теми: опанування перших металів; золоті й алмазні «лихоманки»; енергетичні мінеральні ресурси (зокрема нафта й газ); культурна спадщина і традиції гірників тощо. У контексті європейських і світових досягнень простежуємо також розвиток гірництва на землях України.

Окремо треба сказати про джерельну базу, яка не має аналогів серед видань гірничої тематики й охоплює писемні джерела декількох тисячоліть — від «Пісні про Гільгамеша» (кінець III — початок II тисячоліття до Р. Х.), де натрапляємо на згадки про золото, срібло, бітум, палаци й будинки з каміння та цегли, до архівних матеріалів і сучасних книжок і статей — загалом понад 400 позицій. Працюючи над книгою, не можна було оминути праці «батька історії» Геродота, котрий у своїх описах країн багаторазів звертався до гірничої справи, яку розвивали ті чи інші народи. Використано трактат Теофраста «Про камені», де подано геологічні знання античного суспільства IV ст. до Р. Х. Було залучено філософсько-пізнавальну поему римського поета I ст. до Р. Х. Тіта Лукреція Кара «Про природу речей», яка підкреслює важливість відкриття й розроблення родовищ металів у загальній історії людства. На особливу увагу заслуговує праця «Природнича історія» Гая Плінія Секунда, який подає ґрунтовну картину розвитку гірництва античності (33-тя і 34-та книги). «Географія»

Страбона також належить до фундаментальних праць цієї доби — у 17 книгах автор описав зокрема й досвід гірничої справи у кількох країнах світу. У 10-й книзі багатотомної праці «Про архітектуру» римського архітектора та інженера Вітрувія (друга половина I ст. до Р. Х.) описано блоки, поліспасти, вантажопідіймальні машини, водяні колеса та млини, насоси поршневий, водяний та інші механізми, що застосовувались у гірництві, окремо розглянуто також питання вентиляції копалень.

Епоха Середньовіччя відображена передусім працями арабських учених, які залишили численні свідоцтва про освоєння надр країн Сходу. Відзначимо наукові трактати філософа Ібн-Сіни (Авіценни, X–XI ст.), а також фундаментальну працю хорезмського енциклопедиста Аль Біруні «Мінералогія» (XI ст.). При підготовці цього видання ми, звичайно, широко використали літературно-наукову пам'ятку середніх віків — твір німецького вченого Георгіуса Агріколи — «De Re Metallica» («Про гірничу справу» [1], 1556 р.). Це — перша енциклопедія гірничої справи, своєрідний підсумок європейського досвіду з видобування руд і плавлення різноманітних металів (до середини XVI ст.). Чудово ілюстрована праця Агріколи протягом більше двох століть була основним практичним і навчальним посібником для рудокопів усього світу. Крім того, залучено до розгляду його менш відому працю«De veteribus et novis metallis libri duo» («Про родовища й рудники в старий і новий час», 1546 р.), яка є першою спробою подати узагальнену історію світового гірництва. Концептуальний підхід цієї праці («гірництво без меж і кордонів») було використано і в нашій книзі.

Водночас ми залучили праці попередників і сучасників Агріколи — італійського інженера В. Бірінгуччо, автора трактату «Про піротехніку» (1540 р.), німецького вченого С. Мюнстера, автора

[1] Перший український переклад побачив світ у 2014 році у видавництві «Східний видавничий дім». Переклад і редакція професорів В. Білецького та Г. Гайка.

великої праці «Космографія» (1544 р.), а також «Швацьку гірничу книгу» (1556 р.). У працях геніального інженера та художника Леонардо да Вінчі також натрапляємо на оригінальні розробки нової гірничої техніки, зокрема бура для дослідження надр, екскаватора-драґлайна, водовідливної техніки. Усе це знайшло відображення на сторінках нашої книги.

Серед праць більш пізніх авторів зазначимо «Абриси» В. де Генніна (1734 р.), труди основоположника російської науки Михайла Ломоносова (зокрема «Перші основи гірничої науки», 1742 р. і «Перші основи металургії або рудних справ», 1763), а також унесок українських учених — професора Києво-Могилянської колегії Інокентія Гізеля та ректора Феофана Прокоповича (XVII–XVIII ст.), праці першого президента Української академії наук Володимира Вернадського та автора одного з найбільших у світі мінералогічних словників Євгена Лазаренка.

З великого переліку використаних сучасних джерел зазначимо насамперед праці з гірничої археології та археометалургії (Є. Бонбель, М. Бубнова, Б. Йованович, Дж. Мелларт, Б. Ротенберг, Р. Слотта, Є. Черних та ін.). У другій половині XX ст. археологічна наука розпочала системні дослідження давніх гірничих об'єктів, ставлячи за мету відтворення соціально-економічної та політичної історії окремих регіонів і епох. Автори поставили завдання узагальнити археологічні досягнення останніх десятиріч і викласти їх із позицій історії гірництва та металургії, формуючи їх цілісний образ. Низку фактів і гіпотез (у т. ч. авторських) до наукового видання з історії гірництва залучено вперше. Серед них і ті, які до сьогодні ще остаточно не пояснені й зберігають наукову перспективу досліджень.

Автори сподіваються, що книга сприятиме формуванню суспільної свідомості в дусі збереження й творчого використання культурної спадщини гірників минулого, справа яких мала напрочуд багату історію та виразно вплинула на цивілізаційний поступ людства.

Геннадій Гайко,
Володимир Білецький

1. КАМ'ЯНА ДОБА

У розділі: *передумови виникнення гірництва, започаткування розробок перших копалин; хронологія і географія найдавнішого освоєння родовищ; технологія прадавніх гірничих робіт на прикладах неолітичних шахт кременю та давніх каменоломень; опис розробки та використання глин і будівельного каміння, історична роль формування спільноти первісних гірників і освоєння перших копалин.*

1.1. Початки видобутку і використання каменю та глин

Із стародавніх чудесних каменів
складіть східці прийдешнього.
Микола Реріх

Тріада віків

Гірництво виникло у найдавніші часи життєдіяльності первісного суспільства й започаткувало розвиток технічної діяльності, першоджерелом якої були пошук, обробка та використання каменю. Понад 99 % пройденого людиною шляху пов'язано з кам'яною добою, уявлення про яку склалися на основі археологічних артефактів (здебільшого кам'яних знарядь праці). Оскільки писемності в первісні часи не існувало, то й суспільна думка більш пізніх історичних періодів майже не залишила уявлень про цю епоху. Тільки в пізньому Середньовіччі почали систематично збирати й аналізувати кам'яні вироби минулого, багато з яких були знайдені гірниками у виявлених стародавніх виробках. Більш глибоке розуміння походження й призначення первісних знарядь припадає на епоху Великих географічних відкриттів (XV–XVII ст.), коли європейці, активно досліджуючи невідомі їм території земної кулі, натрапляли на кам'яні вироби, якими користувалися архаїчні народи.

Слід зазначити, що в I ст. до Р. Х. античний мислитель, філософ і поет Тіт Лукрецій Кар у трактаті «Про природу речей» висловив припущення про те, що до появи металів зброєю для людини

слугувало каміння. 1734 року французький антиквар Н. Маудель висунув майже сенсаційну для свого часу ідею про існування в далекому минулому такого періоду, коли всі основні знаряддя праці та зброя людини виготовлялися виключно з каменю («кам'яна доба»). Схему знаменитої тріади віків (камінь, мідь, залізо) запропонував і теоретично обґрунтував 1836 року данський археолог, хранитель колекцій Копенгагенського археологічного музею Х. Томсен [2]. Він уперше розташував експонати музею згідно з культурно-хронологічною схемою трьох епох, яка вже через 40 років повністю запанувала в історичній науці. У 60-х роках XIX ст. англійський учений Дж. Ліббок поділив кам'яну добу на більш дрібні епохи — палеоліт і неоліт, а згодом із палеоліту було виокремлено мезоліт.

Варто уваги те, що періодизація історичних епох базувалася на продуктах давнього гірництва, а це увиразнює його всеохопний вплив на цивілізаційний поступ людства.

Еволюція «справжньої людини» і перші копалини

Згідно з даними сучасних археологічних та імунологічних досліджень перші «справжні люди» з'явилися 2,5–3 млн років тому в центральних і східних районах Африканського континенту. Учені дали їм латинську назву *Homo habilis* (людина вміла). Ці найдавніші люди вміли дробити й загострювати шматки каменю, щоб використовувати їх як знаряддя праці чи полювання. Розколоте й грубо оброблене каміння (так звані ударники) було знайдено в тих же місцях, що й рештки *Homo habilis*. Найдавніші зі знайдених кам'яних знарядь віком 2,5 млн років були виявлені археологами в Гоні (Ефіопія).

Близько 1,8 млн років тому з'являється інший вид гомінідів — *Homo erectus*(людина прямоходяча). Вважається, що еректуси

[2] Умовний поділ історії людства на епохи каменю, міді та заліза вперше запропонував іще у I ст. до Р.Х. учений і письменник Давнього Китаю Юн Кан. На жаль, ці погляди протягом багатьох століть залишалися маловідомими широкому суспільному загалу, у т. ч. й науковому.

з'явилися у Східній Африці в епоху середнього плейстоцену і через Близький Схід заселили Євразію аж до Китаю. Поруч із рештками цих людей було виявлено нові типи кам'яних знарядь — двобічні ручні рубила (плоске оброблене каміння з гострими краями) та відбійники, тобто знаряддя, які використовували для розколювання інших каменів. На думку «батька» кібернетики Н. Вінера, цей факт можна вважати відправною точкою в історії техніки, оскільки «кожне знаряддя має свій родовід і походить від тих знарядь, якими саме́ воно було зроблене». *Homo erectus* володіла методами використання й довгострокового підтримання вогню, що значно розширило кліматичний ареал розселення людини, привело до культурного феномену термічної обробки їжі.

Людина сучасного виду — *Homo sapiens* (людина розумна) — з'являється на Африканському континенті приблизно 130 тис. років тому (на території Європи — значно пізніше, 40–50 тис. років тому), вже маючи значний набір кам'яних знарядь та певний досвід пошуку, видобування й оброблення кам'яної сировини. Домінуючі позиції серед кам'яного матеріалу посів кремінь завдяки значній поширеності та можливості утворювати при відколюванні гострий ріжучий край. Із нього виготовляли рубила, сокири, скребки, ножі, наконечники. Разом із кременем видобували обсидіан (вулканічне скло), з якого виробляли найбільш якісну зброю та знаряддя полювання; пісковики, вапняки, кварцити (з них виготовляли ударники, молоти, товкачі, ступи тощо), яшми й нефрити (різальне знаряддя, прикраси), пірит [3] (як кресало), гематит [4] (як мінеральна фарба) тощо.

---

[3] Назва «пірит» грецького походження й перекладається як вогняний камінь. Лише в середині I тисячоліття до Р.Х. кельти замінили пірит осталеним залізом, і в такому вигляді кресало проіснувало до винайдення сірників (1827 р.).

[4] «Гематит» з грецької — кривавий камінь. Ця назва походить від характерного червоного кольору мінералу та фарб, виготовлених із нього.

Важливим досягненням *Homo sapiens* стало поширене вміння видобувати вогонь шляхом кресання кременю об пірит. Найстарші зі знайдених піритових кресал датують 40 тисячоліттям до Р. Х. (Драконові печери поблизу Сент-Галена). Цей винахід дозволив людині помітно протистояти стихійним силам природи і сприяв розширенню зон пошуку руд піриту та інших мінералів.

Найдавніші розробки гематиту (червоного залізняку) зафіксовані у Свазіленді (т. зв. Левова печера) і датовані 41 тисячоліттям до Р. Х. Залишки численних ямних розробок гематиту виявлено на території Франції та Угорщини (вік — близько 35 тис.років). Цей «кривавий камінь» видобували в епоху каменю для виготовлення мінеральної фарби, яку широко застосовували протягом багатьох тисячоліть для проведення магічних і обрядових дій. Зокрема в період неоліту в Південно-Східній Європі практикували обряд поховань із покриттям небіжчиків шаром червоної вохри, що потребувало значних обсягів видобутку гематиту. Можна вважати, що видобуток перших руд (пірит, гематит) розпочався 40–45 тис. років тому. І хоча їх використання не було пов'язане з отриманням металів, пошук матеріалів, відмінних від традиційного каміння, відкривав нові можливості використання земних багатств.

Суттєві зміни способу життя давньої людини фіксуються у *мезоліті* (IX–VII тисячоліття до Р. Х.), початок якого збігається з відступом із території Європи останнього материкового зледеніння (закінчення льодовикового періоду) та суттєвим пом'якшенням клімату. Свідченням цих змін є помітне покращення обробки каменю, виникнення нових кам'яних знарядь, зокрема мотики, кирки, кайла, пилки, клинів, а також інструменту з використанням мікролітів (вставних загострених пластинок кременю, обсидіану чи халцедону як елементів ножів, серпів, наконечників). Виготовлення знарядь стає ремеслом. У місцевостях, де кремінь видобували у великій кількості, виникали майстерні з його оброблення (за термінологією археологів — кам'яні кузні). Вироби з кременю шляхом торговельного обміну розповсюджувалися на великі відстані. Концентрація населення в місцях видобутку кам'яної сировини

потребувала такої кількості харчових продуктів, яка не могла бути забезпечена мисливством і збиранням диких плодів, що підсилювало мотивацію культивування корисних рослин і утримання свійських тварин і було одним із додаткових чинників становлення землеробських і скотарських цивілізацій.

Цікавим прикладом значного й найбільш давнього поселення, пов'язаного з гірничим промислом, є археологічна пам'ятка Чатал-Гююк (Південна Туреччина). Це протоміcто виникло в середині VIII тисячоліття до Р. Х. поблизу двох згаслих вулканів Караджидаг та Гасандаг. Одним з основних занять населення був видобуток на схилах вулканів обсидіану (найкращої «збройної сировини» неоліту). Археологічні розкопки виявили в багатьох помешканнях запаси обсидіану, а також значну кількість якісних виробів із нього (у т. ч. обсидіанових дзеркал). Варто уваги те, що в Чатал-Гююці були виявлені одні з найдавніших знахідок мідних виробів, а також мідеплавильні шлаки й свинець, що може свідчити про спадкоємність гірничого досвіду в процесі освоєння нових корисних копалин у межах єдиної спільноти гірників. Підкреслюючи перетворювальну роль гірничої діяльності, археолог Дж. Мелларт писав: «Неолітична цивілізація, відкрита в Чатал-Гююці, сяє, як шедевр, серед доволі невиразної групи тогочасних землеробських культур».

Нарівні з Малою Азією відомим центром розробки обсидіану у прадавньому світі був Південний Кавказ, зокрема територія Вірменії, яка протягом кількох тисячоліть була основним постачальником цього матеріалу на великі терени Середнього Сходу. Для позначення маршрутів, якими обсидіан доставляли споживачам, в історичній науці було прийнято спеціальний термін «обсидіанові шляхи», що вказує на первісний зв'язок давнього гірництва із розвитком комунікацій і культурних контактів по всьому заселеному світу.

Перші гірничі виробки й копальні для видобування кременю

У VIII–VI тисячолітті до Р. Х., коли поклади кременю на поверхні помітно вичерпались, а потреба в знаряддях праці суттєво зросла, почалася розробка кременю з невеликої глибини. Етапи видобутку цього мінералу включали: збирання та викопування з поверхні, відкриту (ямну й кар'єрну) та підземну розробку. Кожний етап змінювався іншим тільки тоді, коли якісний кремінь було вибрано попереднім способом повсюди (тобто після вичерпання багатих покладів шукачі каменю йшли не в глибину, а на нові території). У часи між викопуванням з поверхні, відкритим та шахтним видобутком змінилося багато поколінь, які передавали гірничий досвід своїм нащадкам, утворюючи стійкі спеціалізовані групи «мисливців за каменем».

Різноманітне застосування схем і методів підземної розробки кам'яних матеріалів спостерігається вже в неоліті. Спочатку для добування кременевих конкрецій у байраках і крутих берегах річок робили ніші, які поглиблювали у штольні. Цей досвід поширювали на гірські масиви, в яких завдяки стійкості навколишніх порід протяжність штолень сягала кількох десятків метрів.

Крім штолень, значно поширилися виробки шахтного (стовбурового) типу, походження яких пов'язане з первісним ямним способом розробки. Поступово запанувало розуміння того, що для умов поглибленого залягання покладів суцільне виймання порід на певній площі (кар'єр, котлован) стає більш працемістким, аніж спорудження стовбурів з віялом горизонтальних добувних виробок.

Стовбури неолітичних копалень сягали зазвичай глибини 8–10 м (зрідка — до 15–17 м), їх діаметр становив від 1 до 4–6 м. Вони споруджувались на невеликій відстані один від одного й поєднувалися під землею горизонтальними виробками, що сприяло вентиляції копальні. У донній частині стовбура часто утворювали експлуатаційне розширення, з якого в різних напрямках по покладу кременевих конкрецій проводили горизонтальні виробки

завдовжки до 20 м (так звана «пелюсткова схема»). З основних виробок могли додатково проходити добувні ніші й ходки, що формувало досить складні лабіринти, які поєднували декілька стовбурів. Висота горизонтальних виробок неолітичних копалень була повсюдно малою: від 0,6 до 1,1 м. Конструкціями для підтримання покрівлі виробок правили опорні цілики з гірських порід.

Відпрацьовані горизонтальні виробки ретельно закладали пустою породою, яку добували, споруджуючи сусідні виробки. Пізніше породою заповнювали й стовбур. Слід зауважити, що мотивація закладення порожнин виробленого простору була пов'язана не тільки з підвищенням стійкості виробок, але й з особливими сакральними уявленнями архаїчних гірників. Екологічна культура видобутку корисних копалин табуювала «заподіяння ран» земній поверхні, потребуючи їх «заліковування» шляхом заповнення створених порожнин. Вважали, що взяті таким чином скарби надр відновляться, а гірники натраплять на нові багаті поклади. Цей принцип (культ матері-землі) надалі поширився й на видобуток руд металів. Слід зазначити, що така традиція проіснувала кілька тисячоліть і дотримувалася гірниками в багатьох видобувних осередках на всій величезній території Євразії.

Породи руйнували за допомогою знарядь, які виконували функції молотів, рубил, доліт та ударників, клинів, важелів, скребачок. Були значно розповсюджені кам'яні сокири й молоти, а також кайла, виготовлені з рогу оленя. Для освітлення вибоїв використовували просмолені соснові скіпи. Для провітрювання виробок стовбури сполучали між собою. Окрім того, використовували «тягу» теплого повітря від багаття, яке розкладали на підошві «вентиляційного» стовбура. Це дозволяло всмоктувати повітря через суміжні виробки, які мали вихід на поверхню. Стовбури облаштовували накриттям та загородами, щоб запобігти потраплянню опадів.

Серед найбільш відомих неолітичних копалень, які збереглися до нашого часу (досліджені науковцями, частково музеєфіковані), слід назвати розробки в Ґраймс-Ґрейвс у Великій Британії,

Каса Монтеро (Іспанія), Красному Селі (Білорусь), Кшемьонках (Польща), Сп'єнні (Бельгія) та ін. На відміну від багатьох стародавніх рудників і соляних шахт, які повторно розроблялися в більш пізні часи (що призвело до знищення багатьох давніх виробок), копальні кременю зберегли свою первісну автентичність.

Яскравим прикладом гірництва пізнього кам'яного віку є копальні кременю в Кшемьонках, де створено унікальний археологічний музей-заповідник. Родовище смугастого кременю поблизу селища Кшемьонки (Свєнтокшистське воєводство у Східній Польщі) експлуатували протягом двох тисячоліть, починаючи з IV тисячоліття до Р. Х. За даними археологів, кількість виробок стовбурового типу становила близько 3,5 тис. Вони розміщувались у межах шахтного поля, яке мало форму, наближену до параболи завдовжки приблизно 5 км і завширшки від 200 до 20 м (загальна площа — близько 785 тис. м^2). Сумарний об'єм гірничих виробок становив приблизно 500 тис. м^3. Кількість гірників на кожній копальні — 5–10 осіб.

Шари сірого смугастого кременю залягали на двох рівнях — приблизно 3,5 і 8 м від поверхні. Стовбури проходили на глибину до 9 м. Верхній шар розробляли за поширеною «пелюстковою схемою», а нижній проходили своєрідним «широким вибоєм», створюючи низькі (заввишки 0,8–1 м) і просторі камери. Їх підтримували за допомогою породних ціликів і закладки. Породи руйнували кам'яними або кістяними зубилами, по яких вдаряли кам'яним молотком. Транспортували породу й видобутий кремінь кошиками, а по стовбуру — тягнули кошем. Більш ефективна технологія розроблення й експлуатації нижнього покладу свідчить про суттєвий розвиток досвіду й емпіричних знань, які передавалися гірниками з покоління в покоління. Щорічний видобуток кременю забезпечував виготовлення до 40 тис. виробів, а ареал їх поширення сягав відстані до 600 км від Кшемьонок.

Значним осередком видобутку кременю був район Волковиського узвишшя в Західній Білорусі, у долині річки Рось (притоки Німану), центром якого можна вважати Красне Село. Конкреції

кременю видобували тут у покладах крейди. Виявлено ознаки кількох тисяч копалень, які розроблялися з середини IV до останніх століть II тисячоліття до Р. Х. Переважали добувні виробки вертикального типу, які розташовувалися досить купчасто й сягали глибини 5–7 м. Спостерігається традиційне заповнення виробок пустою породою. Населення, за оцінкою археологів, мало чітко виражену професійну спеціалізацію, в якій домінував клан гірників. Численні готові вироби, а також напівфабрикати (заготівки) транспортувалися на значну відстань від копалень, зокрема на терени Балтійського узбережжя. Дослідники не виключають зв'язок і обмін досвідом гірників Кшемьонок і Красного Села.

В Україні давні копальні з видобутку кременю виявлено в районах сіл Городка, Половлі, Новомлина (на Волині), поблизу селища Буківні (Івано-Франківська область), села Студениці (Вінницька область), міста Ізюма (Харківська область), села Широкого (на межі Харківської та Донецької областей). Розробки й майстерні з виготовлення кам'яних виробів доби неоліту-бронзи відомі також на значній території поблизу нинішнього Кропивницького (колишнього Кіровограда).

Використання та видобування глин (доісторичний період — давній світ)

Крім різноманітного каміння, що його використовували для виготовлення знарядь та як будівельний матеріал (пісковики, вапняки тощо), широке застосування дістали глини, які значно вплинули на матеріальну культуру та устрій повсякденного життя людини. Початок їх використання сягає глибокої давнини. Первісна людина не могла не звернути увагу на здатність вологого глинистого ґрунту сприймати й утримувати відбитки слідів і різних важких предметів. Це дозволило перейти до виготовлення з пластичного глинистого матеріалу різноманітних речей, спершу — ляльок і культових фігурок, пізніше — посудин, необхідних для зберігання рідини й готування їжі. Фрагменти (черепки) глиняного посуду

є найбільш частими знахідками під час розкопок археологічних пам'яток епохи неоліту (починаючи з VII тисячоліття до Р. Х.).

Тривалий час глиняний посуд висушували лише на повітрі (не обпалювали). Бажання прискорити цей процес за сталого виготовлення посуду привело до розміщення виробів біля багаття. Ймовірно, таким чином було відкрито властивості глин під дією вогню виявляти більш високі міцнісні якості. З часом було створено гончарні печі (горни), які забезпечували необхідний температурний режим і рівномірність обпалювання керамічних виробів.

Уже в період неоліту у розвинутих центрах гончарства використовували печі, які складалися з двох рукавів — вертикального й горизонтального. Такий горн зводили на крутому березі річки або на схилах ярів чи пагорбів, використовуючи рельєф для утворення L-подібної порожнини. Горизонтальний рукав слугував паливником, а вертикальний забезпечував природне дуття (саме в ньому розміщували висушені глиняні горщики). В окремих випадках отвір вертикального рукава заповнювали поверх горщиків дрібною глиняною ламанню, протягом 5–6 годин підтримували в топці інтенсивний вогонь, після чого верх горна засипали піском, а отвір паливника замуровували глиною. У такому стані піч залишали на кілька днів (вважають, що температура в такому агрегаті могла перевищувати 1000 °С). Потім розкривали паливник, пізніше — верх горна й витягали керамічний посуд. Такі неолітичні печі були виявлені археологами в Месопотамії, Північній Африці, Східній Європі. Тут гончарна справа не тільки задовольняла важливі утилітарні потреби суспільства, а й уперше наблизилась до вишуканого художнього мистецтва, яскравим прикладом якого є численні керамічні вироби трипільської культури (Україна).

Розуміння якісної зміни властивостей гірських порід за їх вогневої обробки, набуте гончарами в процесі обпалення глин, було використане для термічного перетворення інших корисних копалин, зокрема під час створення скла (починаючи з IV тисячоліття до Р. Х.). Не виключено, що досвід мурування печей для обпалювання глиняних виробів, а також тиглів для плавлення фаянсової

поливи давні гірники-металурги могли використовувати для спроб витоплювання металів. При цьому слід зауважити, що перші свідчення плавлення міді (IX–VIII тисячоліття до Р. Х.) передують знахідкам керамічних виробів (за термінологією археологів — це період докерамічного неоліту), тому гончарні печі не слід вважати прямим прототипом і необхідною умовою виникнення перших металургійних горнів (принаймні у найдавніших осередках зародження металургії міді).

Величезне значення для подальшого поступу людства мало використання глин із будівельною метою. У перших цивілізаційних центрах, що виникли на рівнинах поблизу басейнів великих річок (території Єгипту, Індії, Китаю, Месопотамії, України), не вистачало природного каменю, причому його ламання потребувало великих зусиль і гірничого досвіду, тому основним будівельним матеріалом були глини [5]. Найбільші у світі ранньоземлеробські поселення, мешканці яких освоїли масштабну розробку глин і використовували глинобитні матеріали в будівництві, зафіксовані на території України (трипільська культура). Під час будівництва житла трипільці обмазували глиною дерев'яний каркас, висушували й обпалювали стіни. Площі трипільських поселень (V–III тисячоліття до Р. Х.) зазвичай сягали кількох десятків гектарів, а в деяких випадках — навіть 250–400 га, що багаторазово перевищувало розміри відомих протоміст і поселень тогочасного світу (наприклад, площа протоміста Чатал-Гююк дорівнювала 13 га, легендарного Єрихона– 15 га).

Видатним винаходом людства було створення дрібнорозмірних будівельних елементів у вигляді формованого з глини сирцю. Найдавніші свідчення застосування невипаленої глиняної цегли походять із Центральної Анатолії. З такої великогабаритної цегли було збудоване селище Ашиклі-Гююк, огороджене оборонною стіною (перша половина IX тисячоліття до Р. Х.), і згадуване протоміство

[5] Навіть там, де будівництво спиралося здебільшого на камінь і дерево, глина була широко присутня як будівельний матеріал.

Чатал-Гююк, причому сирцеве мурування датоване тут серединою VII тисячоліття до Р. Х. Дещо пізніше виготовлення сирцевої цегли опанували в Давньому Єгипті й Месопотамії. Ймовірно, саме тут у III тисячолітті до Р. Х. почали виробляти випалену цеглу, яка ефективно протистояла волозі й була досить довговічною. Значущість цієї події відображено навіть у Біблії: «І мовляли одно одному: Нумо лишень робити цеглу та випалювати. І була в них цегла за камінь, а земляна смола (бітум. — *Авт.*) за вапну. І мовляли: Нумо споруджувати місто із баштою, щоб її верх був до небес» [6].

Припускають, що Вавилонською вежею називали зикурат Етеменанкі («будівля, де сходяться земля і небо»), підвалини якого збереглися до нашого часу. Руїни величезних зикуратів (від дієслова *zugaru* — будувати високо) виявлено на території Іраку та Ірану, причому розміри фундаментів цих споруд іноді були більшими ніж 100×100 м, а обрахована висота — 50 м. Будівництво подібних храмів, а також самого міста Вавилона потребувало розробки величезних глиняних кар'єрів, про розміри яких можна тільки здогадуватися за залишеними «слідами» великого міста.

Цікаво, що під час зведення найбільшої споруди в історії людства — Великої китайської стіни, загальна довжина якої понад 5 тис. км, основним будівельним матеріалом (поряд із кам'яними плитами) були глина та глиняна цегла. Об'єми видобутку глини для зведення стіни становили тільки за часів царювання імператора Ши Хуан-ді (III ст. до Р. Х.) понад 30 млн м^3. Зв'язок споруд-гігантів і гірничих розробок, що забезпечували їх глинами, — характерна риса розвитку промислу будівельних матеріалів у давньому світі.

Уже в неоліті значно поширилися ямний і кар'єрний способи розробки глин. Це зумовлено тим, що глиняні поклади виходять на земну поверхню або перебувають під тонким шаром поверхневих

---

[6] Пер. Кн. Мойсея, 11:3; 4. Тут і далі цитуємо Біблію за віденським україномовним виданням 1903 року (переклад П. Куліша, І. Нечуя-Левицького, І. Пулюя).

ґрунтів, що не потребує значних обсягів розкривних робіт. За знаряддя праці правили дерев'яні та кістяні копачки, кам'яні сокири, пізніше — кайла та лопати. Способи видобутку глин майже не змінювалися протягом кількох тисячоліть.

Найдавнішим зображенням праці гірників, яке дійшло до нашого часу, є глиняна табличка VII ст. до Р. Х., знайдена в святилищі Посейдона поблизу Коринфа (Греція). На ній відтворено ямну розробку глини: ліворуч гірник підіймає кайло, щоб у наступну мить відбити шматок глини від стінки виробки, на дні ями хлопчик навколішки збирає грудки в кошик, праворуч — чоловік передає хлопцеві важку посудину з глиною; для повноти композиції посередині зображена амфора з водою. Цікаво, що на багатьох табличках із храму Посейдона, де були зображені різні ремесла, гірництво представлено видобутком глин (свідчення значної поширеності саме цих гірничих робіт).

Підбиваючи підсумок оповіді про початковий період розвитку гірництва, слід зазначити, що освоєння перших корисних копалин забезпечило людину кам'яними знаряддями праці, зброєю, «прирученим вогнем» (кресалами), мінеральними фарбами, глиняним посудом, будівельними матеріалами. Незважаючи на значну роздробленість гірничих промислів, найпростіші знаряддя праці, обмежений досвід архаїчних добувачіві недостатній інформаційний обмін між регіонами, у період пізньої кам'яної доби були освоєні різноманітні корисні копалини, закладені першооснови їх підземного видобутку, сформовані первісні професійні спільноти гірників. Людина змогла протистояти стихійним силам природи, створила чимало цінностей матеріальної та духовної культури. Було підготовлено підґрунтя для опанування принципово нових корисних копалин — металів.

1.2. Каменоломні: «Кам'яна доба, що ніколи не закінчувалась»

У кожного в руках тяжкий залізний молот,
І голос сильний нам згори, як грім, гримить:
«Лупайте сю скалу! Нехай ні жар, ні холод
Не спинить вас! Зносіть і труд, і спрагу, й голод,
Бо вам призначено скалу сесю розбить».

І. Франко «Каменярі»

Призначення та різновиди каменоломень

Неоціненне значення для розвою цивілізаційних процесів мали видобуток та обробка каменю з метою будівництва житла, мощення доріг, спорудження витворів монументального мистецтва, які, розпочавшись у сивій давнині, ніколи не припинялися.

Прикметно, що без розвитку цього напряму гірництва було б неможливо здійснити необхідне облаштування життєвого простору цивілізованої людини, що знайшло втілення в архітектурі. Видатний архітектор античності Вітрувій означив її відомою тріадою: користь, міцність, краса.

Саме ці якості об'єктів зодчества забезпечив природний камінь як універсальний будівельний матеріал.

Саме камінь відкрив можливість поєднання й тривалого збереження утилітарної (корисної) функції споруд з їх художньою (ідейною) цінністю.

Каменоломні — один із найдавніших типів розробок будівельних гірських порід, що фіксується вже в неоліті й безперервно супроводжує людину протягом усієї історії. Перше використання каменю спостерігається ще в печерних оселях для їх зміцнення, перепланування, опорядження сталих вогнищ, а також для позначення поховань і будівництва культових споруд. Найдавніші кам'яні селища, виявлені археологами, — Чайоню-Тепезі у Південно-Східній Туреччині, окремі будівлі якого датують

X тисячоліттям до Р. Х., і славнозвісний Єрихон [7], заснований у IX тисячолітті до Р. Х. Уже в давньому світі каменоломні забезпечували кам'яними матеріалами будівництво храмів, фортець, палаців, акведуків, брукованих доріг тощо. Поряд з місцями ламання гірських порід каменярі обробляли їх, виготовляючи каміння правильної форми й різних габаритів.

Виокремлюють відкриті та підземні типи каменоломень.

Відкриті каменоломні (кар'єри) були найбільш поширеним типом гірничих розробок будівельних матеріалів, основу яких становили пісковики і вапняки. Технологія видобутку залежала від необхідної форми та розміру відбитих брил. Для великих заготівок або цінних гірських порід (мармури, граніти тощо) використовували вузькі вруби й клиновий відрив. Менш відповідальна технологія видобутку різнорозмірних каменів полягала ось у чому. З поверхні стрімчаку знімали некорисні шари гравію та щебеню, розкриваючи продуктивний шар пісковику завтовшки 10–30 м. Зазвичай гірський масив був побитий природними тріщинами. Біля його підніжжя в порушених шарах утворювали широкий вруб, використовуючи для цього ручний інструмент (кайла, кирки, гірничі молотки) або проводячи підривні роботи (починаючи з другої половини XVI ст.). Для тимчасового кріплення врубу використовували дерев'яні стояки. Обрушення породного масиву, що зависнув над врубовою порожниною, здійснювали шляхом руйнування стояків вогнем чи вибухівкою. За вдалих параметрів врубу найкращі (верхні) блоки пісковику, обвалюючись, скочувалися підстилкою зі зруйнованих порід без зайвих руйнувань і порушень. Вага таких брил сягала зазвичай декількох тонн. Початково видобутий камінь обробляли безпосередньо на місці розробки,

[7] Ось як описує Біблія руйнування стін Єрихона під час облоги міста народом Ізраїлю: «Тоді загукали люди і затрубили священики в труби. Як же люд почув, що трублять, тоді загукали всі страшенним криком, і мури міста впали руїною; нарід же ринув у город, кожен звідти, де стояв; сим робом опановано місто» (Книга Ісуса Навина, 6:20).

перевозили кінними підводами. Така технологія існувала без змін упродовж багатьох століть.

Каменоломні підземного типу правили для видобутку будівельного каменю в гірничих виробках, що споруджували поблизу або безпосередньо під містом, для потреб якого його видобували. Для руйнування гірських порід використовували типові інструменти: прохідницькі молотки, кирки, ломи, клини, молоти, а також вогневий і підривний методи (останній поширюється в підземних каменоломнях з XVIII ст.).

Багато міст в усі часи мали розгалужені підземні системи виробок — катакомби, які виникали внаслідок видобутку будівельних матеріалів. Надалі підземний простір каменоломень використовували для поховань, печерних храмів, улаштування в'язниць, сховищ тощо. Будова більшості катакомб поєднувала багатоярусну систему виробок невеликого розміру (шириною близько 1,5 м і висотою до 4 м) з камерами й галереями, розміри перерізу яких сягали приблизно 6×8 м. Виробки невеликої ширини залишали в стійких породах без кріплення, у камерах використовували опорні колони й породні цілики. Вентиляцію забезпечували шляхом спорудження вертикальних каналів (стовбурів), які розташовували на відстані 200–250 м один від одного.

Видобування й використання каміння

Мегаліти. Серед найдавніших кам'яних споруд, що дійшли до нас із часів неоліту та мідної доби, можна виділити сакральні пам'ятки у вигляді ритуальних огорож священного простору — кромлехів, менгірів, мегалітичних будівель. Вони були дуже поширені у регіонах Середземномор'я та Циркумпонтійської зони, а також на півночі Західної Європи.

Особливо знаменитими є давні споруди з величезних кам'яних блоків (мегалітів), розробка й транспортування яких потребували спеціальних знань і механічних засобів у поєднанні із зусиллями великої кількості людей. Яскравим прикладом таких споруд є

Стоунхендж (від староангл. *Stan Hengues* — Висячі камені) — мегалітична пам'ятка у вигляді кількох концентричних кіл із каменів різного розміру, розташована у Південній Англії, поблизу м. Солсбері. Спорудження й перебудови пам'ятки припадають на період між кінцем IV та II тисячоліттям до Р. Х. Найбільші камені Стоунхенджу, вирубані з міцного пісковику (сарсену), завдовжки 7 м і важать близько 45 т. Центральне коло складається з 17 вертикальних сарсенових блоків (уламки каменів і западини від ям свідчать, що їх кількість сягала 30), поверх яких було укладено кільце з каменів-перемичок.

Усередині кола з вертикальних блоків розташовані 5 найбільших трилітів і 82 брили блакитного кольору вагою 4–5 т, які розробляли у віддалених каменоломнях, імовірно, в Південному Уельсі. Археологи на території пам'ятки виявили типові гірничі знаряддя (кирки з оленячого рогу), якими викопували ями під блоки та концентричні рови. Гіпотези щодо призначення Стоунхенджу пов'язують його зі святилищем, місцем культових поховань і навіть із давньою астрономічною обсерваторією. У кожному разі сакральні уявлення давніх племен були важливим стимулом для організації робіт із розроблення різноманітних гірських порід, їх транспортування та монтажу. Під впливом цих уявлень ставили й виконували доволі складні гірничі, транспортні та механічні завдання. Стоунхендж і в Середньовіччі залишався надзвичайним, магічним місцем. У рицарському романі Роберта Васа «Брут» (1155 р.), який описував епоху легендарного короля Артура, віщун і мудрець Мерлін часто відвідує сакральні кола Стоунхенджу.

Зауважимо, що ще й сьогодні достеменно не встановлено місце видобутку всіх каменів Стоунхенджу. Припускають, що відстані до каменоломень сягають десятків і навіть, за іншими гіпотезами, сотень кілометрів, що потребувало величезних зусиль для транспортування кам'яних брил. Нещодавно англійські археологи знайшли каменоломню, в якій давні майстри обробляли каміння. Вона розташована в Уельсі на пагорбах Преселі (графство Пембрукшир, Південно-Західний Уельс). Тут знайдено печеру з

обробленими кам'яними стовпами і заготівками для них. Геохімічний аналіз породи підтвердив спорідненість знахідок із каменями Стоунхенджу.

Єгипетські піраміди і храми. Ще більше вражають уяву культові споруди давніх цивілізацій Сходу і держав античності, що дають уявлення про гігантські обсяги гірничих робіт у каменоломнях, які здійснювали за допомогою ручних знарядь (використовували кирки, ломи, бури, молоти, долота, клини, ваги). Особливу роль серед будівель давнього світу відігравали культові споруди у вигляді пірамід.

Мистецтво їх зведення сягнуло найвищого розвитку в архітектурі Єгипту. За різними оцінками, сьогодні в Єгипті налічується від 72 до 138 пірамід (така розбіжність пояснюється різними критеріями та смисловим розумінням терміна «піраміда»). Вони зосереджені у західній частині долини Нілу, між широтами Каїра та Файюма. Час будівництва здебільшого припадає на період Давнього царства (2686–2173 рр. до Р. Х.).

Найбільш дивовижні споруди — піраміди Гізи, серед яких славнозвісна Велика піраміда (єгипетська назва «Хуфу належить небу»). Вона збудована за часів фараона Хуфу, якого Геродот у своїх історичних творах називав Хеопсом, що дало піраміді ще одне ім'я. Первісна висота споруди сягала 146,6 м; довжина сторони підмурівка — 230,4 м; приблизний об'єм — 2,52 млн м^3. Для її будівництва було використано 2,3 млн вапнякових блоків, складених у 210 рядів. Середня висота блока становила 0,5 м, а вага — 2,5 т (верхня частина піраміди викладалася блоками заввишки 1,5 м).

Не менше захоплення, ніж самі піраміди, викликають масштаби гірничих робіт, які забезпечили їх будівництво. Величезні каменоломні було виявлено як поблизу районів пірамід, так і на значних відстанях від них (десятки і навіть сотні кілометрів), що пояснюється потребами різних гірських порід і великих обсягів каменю. Завдяки особливим кліматичним умовам Єгипту давні каменоломні добре збереглися, зокрема в Асуані, де можна побачити незавершені обеліски середини II тисячоліття до Р. Х. Це дозволило

висунути версії щодо застосовуваних технологій ламання й транспортування кам'яних блоків.

В одних випадках відокремлення великих блоків каменю розпочинали з улаштування позаду та з боків блока врубів у вигляді вузьких щілин; це робили кайловим інструментом. Потім у вруби вбивали клини, які й відривали блок від породного масиву. Для зручності роботи та для запобігання закриттю щілин (у разі заміни менших клинів більшими) у щілини закладали металеві кулі або стрижні. Щоб не пошкодити кромки блока, між металевим клином і каменем розміщували дерев'яні підкладки.

Іноді замість врубу лінією запланованого розлому пробурювали циліндричні отвори (шпури), в які забивали клини із сухої деревини. Поверхню отворів періодично змочували, що спричиняло розбухання деревини й утворення в моноліті тріщини розколу. Цей спосіб застосовували в міцних і крихких породах (гранітах, мармурах, діоритах). Отвори видовбували за допомогою ручного бура, який забивали в породу молотком. Використовували також технології свердління, які були добре розвинуті в Єгипті.

Розробляючи особливо великі блоки для виготовлення монументів, вруб проводили широким вибоєм, який проходив периметром майбутнього обеліска, після чого здійснювали клиновий відрив донної частини блока. Прикладами такої технології можуть слугувати незакінчені обеліски на честь цариці Хатшепсут і Тутмоса III в Асуані, розробка яких велась у середині II тисячоліття до Р.Х. Прикметно, що довжина окремого блока, що його виламували в цьому випадку, сягала 42 м, вага — 1200 т.

Видатний дослідник Давнього Єгипту археолог Вільям Фліндерс Пітрі, який одним із перших досліджував каменярські промисли єгиптян, дійшов висновку, що вже в ті далекі часи використовувалися прямі й кругові каменерізні пили, а також суцільні й порожнисті свердла, різальні кромки яких оснащували уламками особливо твердого каміння. Ф. Пітрі відзначив, що інструменти єгиптян для роботи з каменем майже не поступалися знаряддям кінця XIX ст., а різання граніту, базальту, діориту межувало з дивом.

Найбільші кам'яні храмові комплекси давнього світу — Карнакський і Луксорський — були споруджені поблизу сучасного міста Луксор (на території давньої єгипетської столиці Фів). Величезні розміри храму (загальна площа архітектурного комплексу — близько 40 га) та численні монументальні будівлі й скульптури з рожевого асуанського граніту робили Карнакський храм схожим на розкішне місто, що складалося з трьох окремих частин: святилищ бога Амона, його дружини богині Мут та бога війни Монту. Протягом півтори тисячі років (від XX ст. до Р. Х.) Карнакський храм, з'єднаний алеєю сфінксів із Луксорським храмом, був головною святинею єгипетської держави. Каменоломні, що забезпечували його будівництво, не поступалися за масштабами розробкам каменю для спорудження пірамід.

Баальбекська тераса. Унікальною пам'яткою видобування та обробки каменю, а також будівництва з використанням величезних кам'яних блоків є Баальбекська тераса у Лівані, розташована в родючій долині Бекаа, біля підніжжя гірського пасма Антиліван (85 км на північний схід від Бейрута). За розмірами та обсягом робіт Баальбекське святилище — найбільш значний храмовий комплекс на Близькому Сході. Він формувався протягом двох тисячоліть, починаючи з XVIII ст. до Р. Х.: спершу як храм прадавнього божества Фінікії Баала; в античні часи — як Геліополіс (Місто Сонця); у часи царювання римських імператорів Баальбек був храмом Юпітера; у Візантійській імперії використовувався як християнський храм; за часів панування арабів і турків — як мусульманська культова споруда.

Площа Баальбекської тераси становить 49×89 м. Тераса, тобто підмурівок, на якому споруджено храм античного часу, складається з дев'яти рядів кам'яних блоків-монолітів, кожний розміром від 11×4,6×3,3 м (вагою близько 300 т) до 19,1×4,3×5,6 м (близько 750 т). З північно-західного боку тераси вбудовано три найбільші у світі оброблені моноліти. Їх називають «Трилітон», або «Диво трьох каменів». У довжину вони становлять 29 м, а в перерізі — 4×3,6 м. Вага кожного з трьох гігантів — від 800 до 1000 т.

Причому камені Трилітона так акуратно складені й так точно з'єднані один з одним, що між ними не просунути навіть леза ножа. На терасі височать шість найвищих із відомих на цей час колон (заввишки 22 м) — залишки величезного храму Юпітера (завдовжки 90 м і завширшки 50 м). Храм оточувала могутня колонада з 52 колон. Будівництво храму Юпітера було розпочато за імператора Антоніна Пія й завершено за імператора Нерона (I ст. після Р. Х.). Вважається, що під час транспортування та зведення цих гігантських кам'яних споруд застосовували «азіатський спосіб», коли тисячі людей, обліпивши, як мурахи, гігантські кам'яні блоки, обтесували їх, а потім тягли за десятки верст на котках.

Каменоломня розташовувалась приблизно за 400 м від Баальбекської тераси. У ній зберігся один із найбільших у світі оброблених каменів — т. зв. Південний камінь — велетенська кам'яна брила (її розміри — 23×5,3×4,6 м, вага — близько 1000 т), вирубана в моноліті традиційними гірничими знаряддями — зубилом і молотком. Сьогодні найбільші з пересувних кранів мають вантажопідйомність 1000, 1200, 2000 т, але не можуть пересуватися з таким вантажем. Технологія, за якою пересували й піднімали такі камені, виготовлені ще в доримські часи, достеменно невідома (найбільш імовірна гіпотеза — спосіб «земляного насипу»). За розрахунками, для переміщення самого лише Південного каменя потрібні були б спільні зусилля кількох тисяч людей.

Каменоломні Давньої Греції та Риму. Серед найдавніших каменоломень слід відзначити кар'єри, що забезпечували будівельні блоки для так званого циклопічного мурування. Величезні брили каменю укладали насухо й утворювали потужні стіни храмів, фортифікаційних споруд, мостів тощо. Такі споруди дістали поширення в II тисячолітті до Р. Х., зокрема в давній Ахейській державі (Мікени, Тиринф), причому пізніше, в еллінську добу, секрети циклопічного мурування були втрачені, а сама назва способу виникла з вірувань простолюду в те, що ці величезні кам'яні блоки були перенесені й укладені в будівлі велетнями-циклопами (оскільки неможливо було уявити, як це могли зробити люди).

Будівництво міст, монументальних будівель і храмових комплексів (Афінський Акрополь, Римський Форум, імператорські терми, п'яти-шестиповерхові будинки античних міст) потребувало величезних обсягів кам'яних блоків вапняку й пісковику. Там, де відповідні гірські породи виходили на поверхню, починали розробки каміння відкритим способом, причому на великих кар'єрах постійно працювали по декілька тисяч рабів.

Якщо поблизу новобудов не було можливості вести відкриті розробки каменю, то гірничі роботи йшли під землю, оскільки транспортувати великі обсяги кам'яних блоків на значні відстані було проблематично. Виникли численні катакомби, серед яких виділяються підземні каменоломні Криту (прообраз легендарного Лабіринту, де Персей бився з Мінотавром), Сицилії, Сіракуз, Палермо, Неаполя та, звісно, Рима. Найбільш протяжними системами давніх виробок для підземного ламання каменю є римські катакомби Каліста і св. Себастьяна, які виникли під час розроблення вулканічних туфів. У катакомбах Італії відбувалися релігійні збори й таємні служби перших християн, яких переслідувала влада Рима. Численні камери підземних каменоломень були перебудовані ними на церковні крипти й капели, які заклали підвалини храмової християнської архітектури.

Цікаво, що в перші століття нашої ери багатьох християн висилали на каторжні роботи в каменоломні Криму, які являли собою відкриті кар'єри й підземні штольні. 94 року римський імператор Траян заслав сюди третього після апостола Петра римського єпископа (папу) Климента [8], який, за переказами, вирубав у скелі перший в Інкермані печерний християнський храм.

Тривалий час у Греції та Римі домінувало кам'яне мурування насухо. При цьому досить великі блоки надійно утримувалися під дією власної ваги, але для цегли й дрібнорозмірного каменю такий спосіб був непридатний. Щоб зв'язати цеглини в мурах,

[8] Прах римського єпископа Климента був перевезений князем Володимиром із Херсонеса до Києва й похований у Десятинній церкві.

давні народи використовували глину, гіпс, бітум (асфальт), вапно, що сприяло розробкам відповідних корисних копалин. У III ст. до Р. Х. у Римі було винайдено новий будівельний матеріал, який отримав назву «римський бетон» [9]. Невідомий винахідник здогадався залити дрібне каміння розчином вапна й піску. Коли суміш затужавіла, утворився досить міцний штучний камінь. Бетон мав значні переваги перед природним каменем, зумовлені можливістю набувати необхідної будівельникам форми та розмірів блоків або мурів, утворюючи суцільну монолітну конструкцію. Відпала потреба в ламанні й транспортуванні великих брил, обробці й припасовуванні каміння.

Особливо бетон поширився після застосування домішок (здебільшого — вулканічного попелу), які унеможливили руйнування матеріалу атмосферною вологою та підвищували його міцність. За назвою містечка Пуццолі поблизу Неаполя, де розробляли попіл із Везувію, такий бетон назвали пуцолановим. Він склав основу при будівництві мостів, акведуків, величних терм, Колізею та Пантеону («Храму всіх богів»). У часи правління Юлія Цезаря бетон стає основним будівельним матеріалом. Величезні обсяги будівництва не зменшили потреби в розробці каміння, проте змінили вимоги до його якості: те, що раніше в каменоломнях відбраковували як непотріб, за нових технологій ішло в діло. Більше того, виникла необхідність відповідного подрібнення гірських порід, із яких виготовляли бетонну суміш, для чого масово використовували ручну працю рабів. Це вплинуло на способи ламання вапняків, спростило розробку інших гірських порід.

---

[9] Свідчення використання бетону під час спорудження цистерн і водопроводів у містах Месопотамії та Фінікії відносять до III–II тисячоліття до Р. Х. Припускають можливість застосування бетону для виготовлення окремих блоків під час будівництва давньоєгипетських пірамід. На жаль, секрети виготовлення цього матеріалу були втрачені й відродилися лише в Давньому Римі. З падінням Римської імперії бетон знову зникає з «будівельних майданчиків» і з'являється лише у XVIII ст.

Архітектурне оздоблення величних споруд, розвиток скульптурного мистецтва потребували масштабних розробок декоративного каменю. Особливого значення набули розробки мармуру (кристалічного вапняку), який завдяки своїй структурі та зручності обробки став улюбленим матеріалом архітекторів і скульпторів. У другій половині XIX ст. німецький дослідник Зигель виявив давньогрецькі розробки мармуру, які були покинуті протягом багатьох століть. У пошуках давніх каменоломень учений об'їздив майже всю материкову Грецію та багато островів архіпелагу, відкривши місця розробок білого мармуру в Пентеліконі (після чого розпочалася їх повторна експлуатація), а також дуже цінні родовища вишнево-червоного мармуру з чорними прошарками поблизу Матапана. Саме ці центри давали значну частину матеріалу для декорування будівель і скульптурних прикрас грецьких полісів.

Багаті родовища високоякісного мармуру розроблялися з початку I тисячоліття до Р. Х. етрусками й кельтами на півночі Італії (район Тоскани). Слово «каменоломня»мовою кельтів звучить «каррара». Таку назву дістало давнє поселення біля підніжжя Апуанських Альп, поблизу якого ламали мармур, а пізніше так почали називати й саму місцеву породу каменю. В епоху Давнього Риму розпочалися масштабні розробки каррарського мармуру, який використовували для спорудження Пантеону, піраміди Цестія, храму Аполлона.

Новий етап розробки Каррарського родовища розпочався в XIII ст. і досяг найбільшого розвою в епоху Відродження. 1517 року за дорученням папи Лева X видатний скульптор Мікеланджело заснував каменоломні в Монте-Альтиссимо. З каррарського мармуру він створив уславлені скульптури «Давид», «Мойсей», «П'єта» та ін. Саме цьому каменю віддавали перевагу такі митці, як Торвальдсен, Канова, Раух та ін.

Зазвичай каменоломні розташовувались уступами на схилах гір. Давні технології передбачали відокремлення брил мармуру за допомогою клинів, які забивали у природні тріщини в масиві. Пізніше застосовували метод вузьких врубів і отворів під

клини. 1570 року у каменоломнях Каррари було вперше використано порох. Припускають, що це взагалі був перший випадок застосування вибуху з творчою (не військовою) метою [10]. Оскільки підривні роботи іноді пошкоджували цінні мармурові блоки (в матеріалі утворювалися тріщини), то у відповідальних випадках заготівки продовжували відокремлювати ламанням клинами. Виснажливість і небезпеку гірничих робіт у каррарських каменоломнях ілюструє барельєф А. Пісано. Сучасні каменоломні Каррари продовжують давати світові найкрасивіший мармур, на жаль, у дуже обмеженій кількості.

Давні храми та каменоломні Азії. Унікальні технології видобування, транспортування й обробки каменю є в різних культурах і в різних народів, практично на всій земній кулі. Серед найбільш видатних споруд Азії вражає монументальністю комплекс храмів доби правління індійської династії Чола, розташований у Дарасурамі (Південна Індія). Один з найвеличніших храмів комплексу Брахідеешварар споруджено між 1003 і 1010 рр. Оточений двома стінами, що мають у плані форму квадрата, цей храм побудований із гранітних блоків і частково з цегли та увінчаний пірамідальною 13-ярусною вежею — «віманою» — заввишки 61 м з монолітом-цибулинкою на вершині. Стіни храму щедро прикрашені скульптурою. Найближчі каменоломні розташовувались за декілька кілометрів від храму, й саме доставлення цих брил до місця будівництва було для прадавніх будівельників грандіозним завданням. Досить сказати, що довжина найбільшого блока становить 7,8 м, а його вага — близько 80 т.

Зважаючи на складність ламання й транспортування подібних каменів, величні храмові комплекси в Індії створювали безпосередньо з гірських масивів, поверхню яких обробляли з мистецькою майстерністю, а всередині вирубали вражаючі склеписті

[10] Початок використання пороху для підземного руйнування гірських порід датують 1613 (виробки рудника Злотий Сток, Польща) і 1627 роками (Банська Штявниця, Словаччина).

камери. Під час будівництва храмів гірський масив ставав потужною каменоломнею, яка повністю забезпечувала потреби навколишніх регіонів. Серед найбільш відомих храмових комплексів виділяють Аджанту (29 печерних споруд, вирубаних у III–VII ст.) та Еллор (34 печерні храми VI–IX ст.). Усі вони були споруджені в штаті Махараштра (Центральна Індія).

Ще один промовистий приклад «кам'яних технологій» в Азії — храмовий комплекс XII ст. у Камбоджі — Ангкор-Ват (кхмерською «місто-храм»), який був побудований у першій половині XII ст. Зовнішню стіну збудовано з латериту, використовувався також лімоніт, а сам храм майже повністю зведено з пісковику. Вага блоків, використаних для побудови, сягала 4 т; каналами їх транспортували з кар'єрів, розташованих за 40 км на північний захід від храму. Підраховано, що обсяг використаного каміння (приблизно 5 млн т) близький до витраченого на будівництво піраміди Хефрена у Гізі. Для того, аби блоки пісковику можна було щільно підігнати один до одного, їх поверхню ретельно обробляли, що дозволяло не використовувати жодних будівельних розчинів. Храм був споруджений менш ніж за 40 років. Ураховуючи масштаби необхідних будівельних матеріалів, витрати часу на їх транспортування, обробку та зведення, строк будівництва видається надзвичайно стислим для рівня тогочасної техніки.

Давні споруди й каменоломні Америки. Каменоломні й технології обробки каменю давніх народів Америки іноді не тільки не поступалися досягненням Старого Світу, але часом навіть перевершували їх. Обсяги видобутку, обробки й транспортування каменю з огляду на умови виключно ручних робіт і відсутність колісних пристроїв і гужового транспорту є вражаючими, вони значно перевищують обсяги розробок каменю в Давньому Єгипті. Оцінити ці роботи дозволяють величезні споруди доколумбових цивілізацій Америки. Наведемо кілька прикладів.

У місті Теотіуакан, що неподалік сучасного Мехіко, розташовані найбільші піраміди Месоамерики, зокрема Піраміда Сонця і Піраміда Місяця. Піраміда Сонця є другою за висотою у

світі після піраміди Хеопса в Єгипті. Ця п'ятиярусна споруда з плоскою вершиною побудована близько 150 р. до Р. Х. Її висота — 64,5 м, довжина сторін при основі близько 210 м, загальний об'єм — 993 тис. м^3. Піраміда Місяця побудована з каменю, глини та ґрунту в період між 200 і 450 рр. після Р. Х., її висота сягає 42 м.

Фортеця Саксайуаман, що височить над стародавньою столицею інків Куско, вражає масивністю своїх стін. Вони складені з велетенських майстерно підігнаних один до одного каменів андезиту вагою від десятків кілограмів до 150 т. Особливістю фортеці є так звана інкська кладка, яка відрізняється відсутністю симетрії і зв'язувальних матеріалів (цементу, вапна) та надзвичайною щільністю прилягання сусідніх каменів, що справляє враження їх «злипання». Поряд із фортецею розташований видобувний кар'єр, у боках якого вирізані прямокутні й гранчасті гроти, кімнати, переходи, сходинки — при цьому більшість поверхонь відшліфовані.

У «Коментарях про царство інків» Гарсаліса де ла Веги (XVI ст.) про цю пам'ятку сказано: «Це неможливо уявити. А коли побачиш на власні очі, починає здаватися, що тут не обійшлося без чаклунства та що це справа рук демонів, а не людей. Він побудований із таких величезних каменів і в такій безлічі, що відразу виникають запитання, як індіанці добували ці камені та як доставляли їх сюди, як обробляли їх і ставили один на одного з такою точністю? Адже вони не користувалися ні залізом, ні сталлю для того, щоб проникати в скелю, обтесувати й полірувати камінь. У них не було ні волів, ні возів для перевезення, хоча в усьому світі не знайдеться таких возів і волів, щоб упоратися із цим завданням — настільки величезні ці брили й настільки важкі гірські стежки, якими їх доставляли».

До сьогодні залишається незрозумілою технологія виготовлення та призначення каменів Пума Пунку («Ворота Пуми») в Болівії поблизу старовинного міста Тіуанако. Кам'яні блоки храмового комплексу Пума Пунку — це велетенські моноліти вагою від 22 до 1000 т (менші блоки населення вилучило для своїх потреб) із червоного граніту, андезиту й сірого діориту — твердих

і міцних порід, які важко піддаються обробці. Встановлено, що частину блоків для Пума Пунку добували в гранітному кар'єрі за 60 км від будівельного майданчика, а потім піднімали у місто — на 4000 м над рівнем моря. Для скріплення блоків невідомі стародавні будівельники використовували металеві штирі з мідних сплавів. Точне датування пам'ятки не встановлено, ймовірний період будівництва перебуває в межах першого тисячоліття до Р. Х. та раннього Середньовіччя.

Одним із найбільш вражаючих будівельних об'єктів Південної Америки є бруковані чотирикутними плитами дороги інків. Вони двома магістралями простягалися з півночі на південь континенту на понад 3000 км і потребували масштабних довготривалих робіт із видобутку каменю. Іспанський історик XVI ст. Сьєса де Леон описав у «Хроніці Перу» враження від магістралі, збудованої інками: «Я вважаю, що від початку писаної історії людства ще не доводилося чути про таку чудову дорогу, як ця, що пролягла по низинах і високих горах, через засніжені вершини й водоспади, по скелях і берегах швидкоплинних річок. Усюди в таких місцях дорога була гладенька й брукована; у горах вирубані рівні тераси; скелі продовбано наскрізь; схили вздовж річок укріплені муром; на засніжених вершинах зроблені сходинки і майданчики; дорога всюди старанно підметена й очищена від каміння; скрізь побудовані станції та склади, храми бога Сонця... Дороги, побудовані в Іспанії римлянами, не витримують жодної критики порівняно з цією дорогою».

Каменоломні острова Пасхи. Заслуговує на увагу й те, що тубільне населення віддалених від цивілізаційних центрів територій також використовувало місцеві матеріали, створюючи оригінальні скульптурні комплекси. В усьому світі відомі масштабні каменоломні на о. Пасхи (належить Чилі), що в південній частині Тихого океану. Вони розташовані в глибині острова, особливо на південних схилах вулкана Рано Рараку. У цих каменоломнях виготовлялися моаї — велетенські кам'яні статуї зі спресованого вулканічного попелу. Усі вони цільномонолітні. Вага монументів зазвичай не перевершує 20 т, а висота сягає 6–8 м. Як виняток було знайдено

незакінчену скульптуру розміром близько 20 м і вагою 270 т. Загалом на острові Пасхи збереглося 997 моаї. Майже всі вони вирізані зі спресованого вулканічного попелу. Роботи в каменоломнях біля підніжжя вулкана Рано Рараку були зненацька припинені, й там залишилися стояти 394 незакінчених моаї. Практично всі завершені монументи були переміщені з Рано Рараку на церемоніальні платформи. Поширена теорія, за якою моаї спорудили поселенці з островів Полінезії в XI столітті. Скульптури-моаї могли бути створені на честь предків або мали надавати силу живим лідерам, а може, були символами якихось кланів.

На прохання відомого норвезького дослідника Тура Геєрдала група з острівних тубільців («довговухих») відтворила всі етапи виготовлення статуй у каменоломні, витесуючи їх кам'яними молотками. Потім волоком у лежачому положенні готову 12-тонну статую було переміщено до потрібного місця і встановлено на ноги за допомогою спеціального пристосування з каменів, що підкладалися під основу, та трьох колод, що їх використовували як важелі. Тубільці (учасники експерименту) повідомили, що вже кілька поколінь ніхто не виготовляв і не встановлював статуй, але з раннього дитинства їх учили старші й передавали в такий спосіб технологію видобування каменю і виготовлення статуй-моаї. Одним із ключових питань був інструмент. Виявилося, що під час виготовлення статуй виготовляють і безліч кам'яних молотків. Статуя буквально виколюється ними з породи частими ударами, при цьому кам'яні молотки руйнуються одночасно з породою й безупинно заміняються на нові.

Приклади каменоломень XVIII–XIX ст. Цікавою особливістю розробки кам'яних блоків є те, що технології давнього світу суттєво не змінилися протягом тисячоліть (клиновий відрив блоків в окремих випадках застосовують і нині). Як ілюстрацію незмінності технологій наведемо приклад ламання гранітних блоків для будівництва Санкт-Петербурга в каменоломнях Пютерлакс, поблизу Виборга. Незважаючи на суворий клімат (морози, вологість повітря, сильні вітри), ламання каменю в Пютерлаксі,

а також на Тивдійських і Рускольських мармурових ломках (Карелія) упродовж першої половини XIX ст. безперервно забезпечувало російську столицю високоякісними гранітами й мармурами. На Тивдійських ломках видобували світло- і темно-червоний мармур, а на Рускольських — світло-сірий із синюватими прожилками. Саме цьому камінню зобов'язані своєю красою та довговічністю храми, палаци, набережні північної російської столиці.

Кар'єри Пютерлаксу уславилися завдяки вирубці та обробленню тут гранітних колон Ісаакіївського собору. Архітектор О. Монферран, відвідавши каменоломні, зауважив у своєму щоденнику: «Подив, який ми відчували, бачачи гранітні скелі, був, звісно, великий, але він змінився щирим захопленням, коли пізніше ми оглядали в першому кар'єрі сім ще не оброблених колон... Видобуток гранітів, праця в усіх інших місцях не зовсім звичайна, трапляється в Росії дуже часто, і на ній тут вельми добре розуміються».

Захват обивателів викликало не тільки ламання величезних брил, але й транспортування від кар'єру до місця їх зведення. Тут каменярі ставали кмітливими механіками, а найкращі механіки приходили на допомогу гірникам. Сучасник будівництва Ісаакіївського собору, французький мандрівник Дюпре де Сен Мор писав про транспортування колон для портика собору: «Публіка не уявляла, як можна здійснити це перевезення (вага колони дорівнювала 114 т. — *Авт.*): якщо й буде винайдено засіб, щоб відокремити ці величезні брили, то чи буде під силу людям перенести їх на велику відстань? Протягом багатьох днів очікування переповнювало кращі голови... Величезний натовп наповнив Ісаакіївську площу, щоб бути свідком цього дива...» Характеризуючи працю каменярів, Сен Мор зауважував, що «ця праця — найвищий зразок людського терпіння, могутності та знання».

Яскравим прикладом транспортування величезних кам'яних брил на велику відстань є доставляння гігантського гранітного валуна (так званого Грім-каменя) із Лахті до Санкт-Петербурга. Брила граніту завважки 1600 т призначалася для спорудження постаменту пам'ятника Петру I, названого «Мідним

вершником» (скульптор Е. Фальконе). Транспортування здійснювалося на брусованій платформі двома бронзовими жолобами, в які було покладено по 15 5-дюймових бронзових куль. Платформа рухалася за допомогою кількох коловоротів. Брилу переміщували в умовах змерзлого ґрунту (інакше б жолоби просідали під величезною вагою). Грім-камінь прибув у столицю імперії на Сенатську площу 26 вересня 1770 року. На честь доставлення каменя була викарбувана пам'ятна медаль із написом «Відважності подібно».

Висновки. Наведені тут приклади розробки каменю є лише окремими, найбільш відомими зразками із численних і різноманітних об'єктів видобутку будівельних матеріалів. Навіть за широкого застосування глиняної цегли та штучного каміння (бетонів) ніколи не припинялося масове ламання природного каменю. Цей важливий напрям розвитку гірництва з давніх часів і до сьогодення забезпечує людину пісковиком, вапняком, мармуром, крейдою, гранітом, базальтом, порфіром та іншими будівельними й декоративними матеріалами. Слід зазначити, що, на відміну від інших корисних копалин, природне каміння значно більше поширене в земній корі, оскільки є її частиною. Видобуток каменю відрізнявся відносною простотою, використанням нескладних знарядь і пристроїв, проводився здебільшого відкритим способом, а виконання робіт доручалося не тільки професійним гірникам, а й будівельникам та іншим спеціалістам. Більшість технологій видобутку каменю використовувалися майже без змін упродовж тисячоліть, причому застосування підривних технологій (починаючи з XVI ст.) не виключило традиційного ламання каменю клинами.

2. ДОБА МІДІ ТА БРОНЗИ

У розділі: *хронологія розвитку гірництва в добу міді та бронзи; історичне значення відкриття металів для розвитку цивілізації; передумови та основні етапи відкриття й освоєння перших виробничих металів і їх сплавів (бронз); найдавніші центри видобутку міді та металургійного промислу; роль золота в історії та культурі; огляд давніх пам'яток розробки благородних металів; техніка й технології первинного видобутку та переробки руд золота і срібла.*

2.1. Відкриття перших виробничих металів

> З усуненням металів із побуту людей була б знищена будь-яка можливість як захисту й підтримання здоров'я, так і взагалі ведення цивілізованого способу життя. Бо якби не було металів, люди вели б найбільш бридке й жалюгідне існування серед диких звірів.
>
> *Георгіус Агрікола*

Цивілізаційне значення відкриття металів

Феномен відкриття металів мав визначальний вплив на життя людського суспільства, розмежувавши його розвиток на доісторичну (кам'яна доба) та історичну епохи.

Видобуток руд забезпечив людство принципово новими матеріалами, які мали невідомі раніше властивості (ковкість, плавкість) та важливі переваги (здатність до зміни форми, висока міцність, експлуатаційна довговічність). Це дозволило не тільки ефективно вдосконалювати наявні знаряддя, але й створювати їх численні нові типи, що відкрило можливості для технічного прогресу. Відомий американський етнограф Г. Морган стверджував: «Коли варвар, просуваючись крок за кроком уперед, відкрив самородні метали, почав плавити їх у тиглі й відливати в форми, коли він сплавив самородну мідь з оловом і створив бронзу й, урешті, коли ще більшим напруженням думки він винайшов горно й видобув із руди залізо — дев'ять десятих боротьби за цивілізацію було виграно».

Моделюючи давні виробничі процеси, вчені порівнювали ефективність використання кам'яних і мідних знарядь. У результаті дійшли висновку про те, що продуктивність праці при застосуванні міді підвищується: для рубання дерев — утричі, для тесання — у 6–7 разів, для свердління — у 22 рази (дослідження професора С. Семенова). Особливе значення мали металеві знаряддя праці в землеробстві, оскільки вони значно прискорили обробку землі, збирання врожаїв, спорудження іригаційних систем.

Ще більше знадобилися властивості металів для виготовлення зброї, зокрема мечів. Виникнення воєн, підкорення племен і народів, становлення державного устрою значною мірою стали можливими завдяки перевагам мідної зброї. Одним з результатів становлення гірничо-металургійного виробництва став міжнародний розподіл праці та розвиток на цій основі розгалуженої системи комунікацій давнього світу (транспортування руд, металів і виробів із них). Пошук і розробка нових родовищ сприяли міграції населення, заселенню та освоєнню віддалених земель. Помітно вплинули метали на розвиток торгівлі, оскільки були першими універсальними еквівалентами засобів торговельного обміну. Цивілізаційні зміни, викликані гірничо-металургійною діяльністю, мали глобальний характер і поєднували як технологічні, так і соціальні складові розвитку суспільства.

Унікальне явище пізнання й освоєння руд та їх металургійної переробки є одним із найвищих і найбільш загадкових проявів колективного людського генія. «Чому це взагалі відбулося? Чому людські істоти нині не живуть так, як в епоху мезоліту?» — запитував відомий дослідник первісної людини Р. Брейдвуд. Відповідь на це запитання, яку ще формує історична наука, є наріжним каменем історії людства.

Передумови освоєння руд і металів

Є чимало підстав стверджувати, що відкриття металів пов'язане з багатовіковим досвідом попередньої гірничої діяльності

людства, з виокремленням у неоліті особливих спільнот архаїчних гірників (мисливців за каменем), накопиченням і розвитком у цих професійних спільнотах перших знань про метали. На певному етапі розвитку гірничого досвіду (збирання зразків самородних металів та руд, виявлення їх пошукових ознак, пізнання властивостей, формування відповідних сакральних звичаїв) з'явилася творча ідея нового матеріалу — «ковкого», а пізніше «плинного каменю» (металу). Вона була осмислена й реалізована гірничими угрупованнями, які передавали від покоління до покоління досягнення гірничого мистецтва.

На користь концепції розвитку добування міді як єдиного гірничо-металургійного комплексу свідчать численні археологічні розкопки давніх рудників, які пов'язують збагачення руд, плавлення металу, навіть виготовлення металевих знарядь із гірничодобувною діяльністю. Розміщення найдавніших металургійних споруд поблизу гірничих виробок, характер спільних поселень гірників-металургів, сумісне розташування гірничих та металургійних знарядь праці, збагачувальних та плавильних ділянок дають підстави стверджувати, що гірники й металурги тривалий час були єдиною спільнотою, яка бере початок в діяльності неолітичних шахтарів. Показово, що ця традиція поєднання гірничо-металургійної діяльності чітко простежується до пізнього Середньовіччя і, напевно, найбільш рельєфно відображена у фундаментальній праці Георгіуса Агріколи «De Re Metallica» [11] (1556 р.) — першій європейській енциклопедії з гірництва та металургії. Те, що пов'язує рудокопів з їхніми попередниками (добувачами каміння), помітне в подібних технологіях спорудження копалень, способах руйнування порід, майже тотожних гірничих знаряддях, навіть у

[11] Сучасний переклад назви «De Re Metallica» — «Про гірництво та металургію» поєднує два окремих поняття, але раніше вони виражалися одним словом, що підкреслює давню єдність гірництва й металургії. Латинський термін походить від давньогрецького *металлео* — видобуваю із землі.

обов'язковому заповненні виробленого простору пустою породою. Останній чинник, характерний як для кременевих, так і для мідних шахт, особливо показовий, оскільки зазначена технологія не є виробничо необхідною, а є, радше, відображенням певної культурної традиції.

Існує також гіпотеза, згідно з якою освоєння металів пов'язане зі спостереганням плавлення міді з грудок руди, що випадково потрапляли в багаття первісної людини. Першовідкривачами металів, за цією версією, є давні мисливці чи скотарі, які неочікувано стали свідками самочинного витоплення міді. Однак наукові реконструкції давніх способів плавлення міді свідчать про надзвичайно низьку ймовірність випадкового витоплення міді у звичайному багатті навіть із найбільш легкоплавких руд. Таким же малоймовірним є припущення успішних пошуків руд і вдалих плавлень, здійснених необізнаними, випадковими людьми. Ця версія ніяк не пояснює, чому за десятки тисячоліть діяльності *Homo sapiens* «випадки» самочинного витоплення міді були «помічені» й використані лише в неоліті.

Основні етапи освоєння перших металів

До основних етапів оволодіння першими металами належать:

- ознайомлення із самородною міддю, виявлення її ковкості та збільшеної пластичності при нагріванні; розвиток методів пошуку самородків; холодне кування самородних металів — перша форма металургії;
- засвоєння зв'язку між металом і рудою, виявлення пошукових ознак та способів розробки рудних мінералів, визначення шляхів збагачення руд та умов витоплення міді, винахід високотемпературного палива (деревного вугілля), створення плавильних печей, тиглів, ливарних форм;
- відкриття руд арсену, олова, срібла, свинцю, стибію; дослідження їх впливу на зміну властивостей мідних сплавів; плавлення бронз (високоміцних мідних сплавів).

Давні гірники використовували передусім мідні руди, які легко помітити, добути й розплавити.

Природне збагачення первинних сульфідних руд міді шляхом вивітрювання й розпаду порід сприяло появі їх окиснених похідних — малахіту, азуриту, куприту та хризоколи, які залягають, як правило, на малих глибинах (іноді виходять на поверхню) і мають яскравий помітний колір.

Вивітрювання частини шкідливих речовин (сірки та ін.) зробило окиснені руди більш легкоплавкими.

Оскільки самородна мідь містилася саме в подібних рудах, а відокремити її без подрібнення породи не завжди вдавалося, то й самі грудки руди ставали предметом видобутку. Знаючи про здатність вогню руйнувати гірську породу, давні гірники, ймовірно, намагалися вилучити самородну мідь з руди шляхом її нагрівання в первісних печах. Можна припустити, що при розтріскуванні рудних каменів гірники могли іноді спостерігати, крім самородної міді, витоплення її краплин безпосередньо з грудок руди. З часом зрозуміли, що руда містить, окрім помітних вкраплень і гнізд самородної міді, якісь невидимі оку металеві частинки, які можна «вивільнити» під час особливого випалювання рудного каміння. Ці знання сприяли пошукам і металургійній переробці характерних руд, які вже не включали безпосередньо самородну мідь, але давали метал при витопленні.

Численні спроби плавлення руд виявили важливі особливості витоплення: краплі металу з'являлися на рудному камені тільки з боку контакту з деревним вугіллям за умови спрямованого повітряного дуття (оксиди міді спроможні віддавати свій кисень в умовах дуже високих температур виключно вуглецю). Це привело до застосування тліючого деревного вугілля та розміщення подрібненої мідної руди в його товстому шарі. Здобутий досвід допоміг створити два основоположні металургійні винаходи — конструкцію плавильної печі з подаванням повітря в осередок горіння та спосіб отримання високотемпературного палива і одночасно — відновлювача (деревного вугілля).

Перші печі, які споруджували для одноразового витоплення, — це невеликі заглибини в ґрунті, які обкладали високим, плоским камінням або пасом кам'яного муру. Припускають, що у разі розміщення печей у зонах регулярних потужних вітрів (наприклад, в ущелинах гір) потрібну температуру витоплення (700–800 °С) можна було забезпечити без примусового штучного дуття повітря [12]. Але лише його використання змогло гарантувати високі температури витопу й уможливлювало стабільний перебіг металургійних процесів.

Спочатку процес дуття здійснювали силою легенів людини, використовуючи порожнисту трубку (тростину), кінець якої оснащували соплом (глиняною насадкою), щоб уберегти від займання. Сопло спрямовували в нижню частину печі. Для забезпечення потрібного об'єму повітря кілька осіб вдували його одночасно.

Важливим винаходом, який проіснував у металургії протягом кількох тисячоліть, було створення міхів для повітряного дуття. Здавна для зберігання рідких і сипких речовин люди використовували міхи зі шкур тварин (бурдюки), які й послужили основою для нагнітальних пристроїв. Зазвичай шкуру вівці зшивали особливим чином, причому три нижні отвори зав'язували, а в четвертий вставляли сопло. До шийного отвору кріпили дві планки, що забезпечувало рух повітря, коли відкривали й закривали міх. З часом конструкція зазнала деяких змін — дві дерев'яні плоскі лопаті поєднували шкіряними складчастими стінками.

На ефективність процесу витоплення суттєво впливало паливо, яке мало забезпечити високу температуру й одночасно — відновлювальне середовище. Людина навчилася перетворювати звичайну деревину на деревне вугілля, яке давало вдвічі-тричі більше тепла, ніж однакова за вагою кількість сухої деревини. Деревне вугілля виготовляли, випалюючи дрова в умовах недостатнього

[12] Дехто з дослідників дотримується протилежної думки й повністю виключає можливість витоплення міді без примусового дуття повітря в піч.

доступу повітря. Наведемо фрагмент з опису цього процесу, зробленій філософом-енциклопедистом античності Теофрастом [13]: «Деревина для вугілля має бути вологою. Для випалення вибирають і рубають дровини прямі й гладкі, тому що їх потрібно укласти якомога щільніше. Коли вся «пічка» навкруги вкрита (шаром ґрунту. — *Авт.*), дрова поступово підпалюють і ворушать їх жердинами». Для витоплення різних металів використовували вугілля з різних деревних порід.

Дерева, потрібні для виготовлення деревного вугілля, не завжди росли поблизу давніх рудень. Їх доставляли до місць видобутку руд або транспортували збагачену руду до лісових масивів, що було більш доцільним. Надалі видобуток руди й заготівлю деревини здійснювали окремі експедиції, а плавлення металу й відливання виробів виконували в місцях великих поселень (поблизу численних споживачів, на перехрестях торговельних шляхів тощо). Ці обставини, поряд з організаційними й технологічними чинниками, започаткували поділ колись єдиної спільноти гірників-металургів, хоча тісна взаємопов'язаність цих груп була помітна аж до часів індустріалізації.

Сакральна складова гірничо-металургійного мистецтва

Характеризуючи перші організаційні та світоглядні чинники освоєння міді, слід зазначити, що металургійне втручання в природу матеріалів сприймалося первісною людиною як містичне, дивовижне явище. Воно було наповнене символізмом божественної сили. Архаїчні гірники відчували себе в постійному й безпосередньому контакті з потойбічним невидимим світом, який був для них не менш очевидним, ніж реальний світ. Є численні свідчення надзвичайно високої ролі факторів сакрально-магічного характеру в

[13] Теофраст (370–285 рр. до Р. Х.) є автором трактату «Про камені», в якому вперше викладено гірничо-геологічні знання античності.

діяльності давніх гірників, які вказують на значний вплив служителів давніх магічних культів.

Об'єктивним підґрунтям для виникнення та поширення цих культів був значно більший (порівняно з іншою виробничою діяльністю) чинник непевності в результатах праці гірників-металургів. Ніколи не було достеменно відомо, чи натрапить виробка (результат важкої, тривалої й небезпечної праці) на рудний поклад, чи якісною виявиться руда, чи не очікує на гірника під землею обрушення покрівлі, затоплення або загазованість, чи забезпечать умови витоплення металу його ефективний вихід, чи виявиться бажаною кількість і якість металу? Імовірнісна природа явищ, з якими стикалися гірники у своїй виробничій діяльності, сприяла утвердженню містичних уявлень.

Серед характерних прикладів сакральної діяльності гірників назвемо такі: ірраціональна традиція обов'язкового заповнення виробленого простору копалень пустою породою; залишені в неолітичних виробках солярні знаки як звернення до містичних покровителів; культ гірничих знарядь, який «допомагав» успішному веденню підземних робіт, тощо. Показовими є численні культові поховання дрібних копитних тварин у гірничих виробках і на виробничих ділянках (ймовірно, як подяка богам за отримані багатства надр). Відома традиція поховання давніх гірників-металургів із залишеними знаряддями праці й багатою мідною рудою, що, певно, було своєрідною «візитною карткою» покійного, коли він переселявся в інший світ. Археологи реконструювали магічні дії (побудова сакрального лабіринту траншей, застосування ворожильних кісток та ін.), які архаїчні гірники виконували задля виявлення місць закладення пошукових стовбурів.

Етноархеологи, що вивчали спосіб життя сучасних людських спільнот в умовах, наближених до первісного стану (племена Африки, Полінезії), свідчать, що виплавленню металу присвячено багато магічних ритуалів: вибір «санкціонованого духами» часу витоплення; освячення плавильного горна; поклоніння ковадлові; численні табу, яких дотримуються металург і коваль. Лише кілька

чоловіків із племені володіли секретами металургійного мистецтва (за Р. Форбесом: «даної їм духами вогню силою перетворювати каміння на метал»).

Як зазначав у «Сумі технології» С. Лем: «Виникнення давніх технологій — процес, який нам важко зрозуміти. Їх прикладний характер і цілеспрямована структура не викликають сумнівів, а тим часом у них не було індивідуальних винахідників, творців. Пошуки джерел пратехнологій приховують небезпеку. «Теоретичною базою» досить ефективної технології часом слугував міф або забобон; у цьому випадку технологічний процес або починався з магічного ритуалу…, або ж сам перетворювався на ритуал, в якому прагматичний елемент нерозривно переплітався з містичним».

Логічно припустити, що перші гірничо-металургійні знання, які сприймалися як магічні, могли зберігати й розвивати найдавніші касти жерців, пов'язаних із гірничими спільнотами, які вони передавали від покоління до покоління. Їхній авторитет і обрядова діяльність створювали ефективні стимули консолідації гірничої громади для ведення особливо працемістких і небезпечних підземних робіт, для численних повторів складних спроб виплавити метал (значна частина яких не давала бажаного результату).

З писемних джерел III тисячоліття до Р. Х. відомо, що гірники-металурги Шумеру належали храму й управлялися безпосередньо жерцями. Така практика мала місце в Давньому Єгипті, де існував культ покровительки гірників богині Хатхор. Імовірно, проекція подібних відносин може бути обґрунтовано поширена йна більш ранній період суспільного розвитку. Фактори сакрального світогляду первісної людини та консолідуючу роль служителів давніх культів слід розглядати як частину необхідних умов для започаткування металургійної діяльності.

2.2. Найдавніші центри мідного промислу

Мідна була у них зброя, доми побудовані з міді,
Міддю й робили усе і не знали за чорне залізо.

Гесіод «П'ять поколінь»

Гіпотези моно- та поліцентризму освоєння міді

Історична географія виникнення мідного промислу розглядає дві гіпотези можливого розвитку подій. Згідно з теорією моноцентристів (Р. Форбес, Г. Морган та ін.) відкриття першого виробничого металу було здійснене в єдиному центрі, а надалі з цього центру відбувалась «дифузія» гірничо-металургійних знань територією усієї Євразії. Позиція поліцентристів (Т. Рікард та ін.) передбачає самозародження металургії в декількох великих центрах і поширення її на прилеглі до них території.

Археологічні знахідки найбільш давніх мідних виробів і руд, які датують кінцем IX тисячоліття до Р. Х., були виявлені в поселеннях Чайоню-Тепезі в південно-східній частині Малої Азії у верхів'ях річки Тигр та Ашиклі-Гююк — у Центральній Анатолії. Ареалом первісного гірничо-металургійного виробництва були райони Малої Азії, що прилягають з півночі та північного заходу до Месопотамії. Західна частина цього анклаву могла поширюватися на протомісто Чатал-Гююк, де археологи виявили мідні шлаки та дрібні вироби VII тисячоліття до Р. Х., а північна — сягати Вірменського нагір'я. Більшість знахідок доби «протометалу» — це малі форми (дрібні прикраси тощо). Остаточно не з'ясований ступінь розвитку тогочасної металургії. На початку доби вірогідне домінування виробів із самородної міді.

Важливим історичним парадоксом є значний хронологічний розрив між найбільш ранньою зоною металургії та іншими гірничо-металургійними центрами, де освоєння металу починається

на 3–3,5 тисячоліття пізніше. До цих регіонів належать Балкано-Карпатська й Циркумпонтійська (навколочорноморська) металургійні провінції [14], де простежується єдність гірничо-металургійних традицій, а також окремі райони Близького і Середнього Сходу. Мідні артефакти датовані тут V–IV тисячоліттям до Р. Х. Причому дані про найдавніші мідні розробки і витопи свідчать, що способи видобутку руд і металургійного виробництва в цих регіонах отримали значний поступ порівняно з первісними формами епохи «протометалу». Це свідчить про те, що процеси виникнення й поширення гірничо-металургійних технологій мають більш складний характер, ніж це уявлялося раніше. Ускладнюючим фактором є те, що технологія не з'являється в якомусь остаточному, досконалому вигляді, а зазнає розвитку, іноді якісних перетворень, які можуть бути введені зовсім не там, де виникли первісні знання. Наявні дані опосередковано підтверджують тезу, що поява нових технологій і накопичення виробничого досвіду здійснювались у межах однієї культурної спільноти, пов'язаної з тим чи іншим рудним регіоном, а на територіальне просування нових знань і вмінь впливали різноманітні фактори (культурні зв'язки, торгівля, війни, міграції носіїв знань, зокрема — в пошуках нових рудних родовищ).

Опанування бронз

Характерною властивістю міді є її відносна м'якість. Виробам із неї бракувало твердості кам'яних знарядь і гостроти їх лез. Задля отримання більш міцного металу давні гірники шукали відповідні руди, у яких мідь була б поряд із іншими речовинами, що поліпшували властивості мідного сплаву (бронзи). Пізніше руди таких металів (арсену, стибію, срібла, олова) почали видобувати окремо для додавання їх як лігатури в шихту мідної плавки.

---

[14] Тобто системи взаємопов'язаних гірничо-металургійних і металообробних центрів.

Час появи бронзи суттєво відрізняється для окремих територій і перебуває в межах між початком IV тисячоліття до Р. Х. (Кавказ, Мала Азія) та серединою II тисячоліття до Р. Х. (Давній Китай). З кінця V тисячоліття до Р. Х. на території Південного Кавказу починається освоєння арсенових, а тисячоліттям пізніше — стибієвих руд, сплави яких із міддю відкрили епоху нового матеріалу — бронзи. На Близькому Сході та в Середземномор'ї домінували більш якісні сплави міді з оловом (частка останнього становила від 5 до 15 %). Олов'яна руда (каситерит) була відкрита на північному заході Піренейського півострова в першій половині III тисячоліття до Р. Х. (за поширеною гіпотезою — експедиціями шукачів золота із Давнього Єгипту). Надалі багаті родовища каситериту були знайдені в кількох регіонах Піренейського півострова (Астурія, Рибадео, басейни річок Міньйо, Тахо, Гвадалквівір). Ще одним потужним центром давнього видобутку олова стала територія сучасного південного заходу Англії [15] (Корнуол).

Оскільки багаті мідноносні провінції (Південний Кавказ, Мала та Середня Азія) були бідні на олово, то в пошуках цього матеріалу на територію Південної й Центральної Європи багато разів вторгалися експедиції східних народів. Виявити олово їм не вдалося, але пощастило знайти багаті поклади міді на Балканах, у Карпатах і Альпах. Значно віддалені від основних мідних промислів родовища олова потрапили під контроль тогочасних «повелителів морів» — фінікійців, які мали найкращий флот і вели міжнародну торгівлю металами.

Гірничі пам'ятки та первинні технології освоєння міді й бронзи

Здобутки гірничої археології (археометалургії) дозволили відновити частину давніх рудень і реконструювати технології

[15] Британські острови в давнину мали назву Каситерити, яка збігається з назвою олов'яної руди (каситерит).

гірничих робіт енеоліту й доби бронзи. Наведемо описи найбільш значних об'єктів, починаючи з Балкано-Карпатської металургійної провінції, де в V тисячолітті до Р. Х. стався гідний подиву вибух гірничо-металургійного виробництва, що отримав назву «металургійної революції». На відміну від епохи протометалу на території Малої Азії, металургійна революція, розпочата на Балканах, характеризувалась справжньою індустрією різноманітних мідних виробів, високим рівнем розвитку гірництва й металургії. Використовуючи лексику сучасної прикладної науки, можна порівняти епоху протометалуз тривалою стадією промислових експериментів, а металургійну революцію V тисячоліття до Р. Х. — зі стрімким упровадженням технології у виробництво.

Балкани. Гірничі пам'ятки Балкан найбільш виразно представлені давніми руднями Сербії та Болгарії. Одним із найбільш давніх рудників світу (з тих, що збереглися) визнано Рудну Главу (міднорудний район Бор — Майданпек, Північно-Східна Сербія). Дані радіовуглецевого аналізу гірничих знарядь з оленячого рогу свідчать, що розробки міді велисьтут у 4975–3975 рр. до Р. Х., що підтверджується знайденими артефактами відомих археологічних культур V тисячоліття до Р. Х.

Мідні руди Рудної Глави — це малахіт і азурит, які залягали в масиві кристалічних сланців, покарбованих мармурами та гранітами. Давні виробки були закладені у верхів'ях гори Чока Окні (400–450 м над рівнем моря), на поверхневих виходах окиснених мідних руд. Загалом було виявлено понад 30 виробок. Це крутоспадні й вертикальні стовбури глибиною 7–12 м і діаметром 1–4 м, а також штольні, що розкривали поклади. Усі виробки проводили за простяганням мінералізованих жил, повторюючи їх просторове залягання. Розташування виробок підтвердило найдавніші правила гірників: «тримайся за руду» та «шукай руду біля руди».

Безпосередньо у виробках було зібрано значну колекцію гірничих знарядь із каменю й оленячого рогу, а також посудин, які використовували під час вогневого руйнування порід. Перші ознаки використання вогневого методу були виявлені на території

Західної Європи ще в неолітичних копальнях кременю (зокрема в Мюр-де-Баррес), але широко застосовуватися він почав під час розробки саме мідних руд. Метод полягає у створенні великого вогнища у вибої виробки та високотемпературному нагріві порід, що приводило до їх розтріскування. Для підсилення ефекту руйнування забезпечували різкий перепад температур, для чого розпечені породи заливали водою. Штучно утворена тріщинуватість значно полегшувала подальшу розробку масиву порід за допомогою ударної дії молотів або вбивання клинів у тріщини. Цей метод руйнування порід успішно використовувався протягом кількох тисячоліть (до впровадження підривних технологій). Знаменно, що в Рудній Главі вогневий метод застосовували в V тисячолітті до Р. Х.

Останнім часом в районі Майданпеку виявлено нові археологічні свідчення (ознаки гірничих розробок, поселення гірників, хрестові мідні сокири для руйнування порід тощо), що дає можливість припустити наявність у цьому регіоні Балкан в часи енеоліту розвинутого гірництва.

Найбільшим серед відомих мідних рудників V тисячоліття до Р. Х. є Ай Бунар (Стара Загора, Південна Болгарія). Рудне тіло мало тут гідротермальний (жильний) характер, виходило на поверхню на пагорбах заввишки 330–400 м і перетинало ламаною дугою завдовжки приблизно 1,5 км три пагорки. Мідь містилася в окиснених мінеральних сполуках малахіту й азуриту з компонентами арсену, стибію, свинцю та срібла.

Розробки представлені одинадцятьма давніми виробками у формі великих траншей (щілястих кар'єрів), довжина яких становила 15–80 м, ширина — 2–20 м. Форма й розміри виробок були зумовлені конфігурацією рудного тіла. Руйнували породи (вапняки та мергелі) роговими кирками та мідними сокирами. Використовували сухе збагачення руд, зокрема їх подрібнювали кам'яними молотами й відбирали мідний концентрат.

Вражаючими для свого часу є обсяги гірничих робіт Ай Бунару. За часи розробки родовища давніми гірниками було видобуто 20–30 тис. т гірської маси, а виплавка міді становить близько 1000 т.

Цікавою особливістю ведення робіт було те, що після закінчення експлуатації кар'єрів їх вироблений простір заповнили пустою породою, для чого було переміщено до 20 тис. т гірської маси. Такі масштаби земляних робіт, не пов'язаних із видобувною діяльністю, свідчать про величезне значення в житті архаїчних гірників сакральних уявлень і факторів ритуальної дії.

Слід зазначити, що поблизу Старої Загори було виявлено й інші рудники часів енеоліту — такі як Тимнянка, Хриштена, Ракитниця, що свідчить про існування тут значного гірничо-металургійного анклаву (т. зв. Північнофракійського центру). На південному сході Болгарії (регіон Странджа) також виявлено мідні родовища з ознаками гірничих робіт часів енеоліту, які представлені щілястими кар'єрами значних розмірів, а також цілими пагорбами (давніми териконами) мідних шлаків.

Археологічні знахідки численних поселень, кам'яних і мідних знарядь праці, багато орнаментованої кераміки та скульптури свідчать про період розквіту культур енеоліту Балкан, яким вдалося опанувати гірничо-металургійні технології. Розробки поширювались також на Півдні та Східні Карпати, де в IV–III тисячолітті до Р. Х. виникли потужні центри з видобутку міді.

Східним ареалом Балкано-Карпатської металургійної провінції була трипільська спільнота, що утворила на Подніпров'ї та Правобережній Україні осілу хліборобську культуру з поселеннями-гігантами. У культурних шарах місцевих селищ знайдено менше мідних виробів, ніж у дунайських чи фракійських регіонах, тому територія трипільської спільноти віднесена до східної периферії металургійної провінції. Металургійні знання й навики з'явилися тут відразу в розвиненому вигляді з переміщенням на цю територію частини балканського населення. Припускають, що розробки міді могли вести на рудопроявах Придністров'я, Прикарпаття, Буковини. Вважають, що в V–IV тисячолітті до Р. Х. основна частина мідних виробів і міді надходила в Правобережну Україну з території сучасної Румунії та Болгарії. Мідні вироби відливали здебільшого за балканськими зразками, хоча археологи виявили також

оригінальні трипільські форми (зокрема сокир). Важлива роль трипільської спільноти у поширенні культури металу, оскільки вона була своєрідним мостом між осілими й кочовими народами.

Замикають північночорноморський пояс мідних розробок степові рудники більш пізнього часу — копальні Донецького [16] гірничо-металургійного центру (Україна), де виявлено ознаки близько трьох десятків давніх виробок доби пізньої бронзи. Найбільш детально досліджено Картамиський археологічний мікрорайон (мідний рудник Картамиш, Луганщина), який експлуатувався з XVII по XIV ст. до Р. Х.

Кавказ. У IV тисячолітті до Р. Х. значна частина балканських гірничо-металургійних центрів занепадає, а розробка руд і виробництво міді здебільшого переміщуються в Карпати, зокрема у Трансільванію. Майже в той самий час (з кінця V тисячоліття до Р. Х.) починають формуватися потужні гірничі осередки на Кавказі [17], причому на їх становлення, вірогідно, вплинули технологічні імпульси, що йшли як збоку балкано-карпатської металургії (через північне Причорномор'я, за посередництва трипільської та майкопської культур), так і з боку південних сусідів — народів Східної Анатолії, де найдавніша металургія була усталена традицією й первісними знаннями. Цікавим феноменом незвично багатої

[16] Названий за місцем розташування рудників у басейні Сіверського Дінця.

[17] До виявлення (в другій половині XX ст.) найдавніших гірничо-металургійних центрів на території Малої Азії та Балкан питання пріоритету відкриття міді залишалося дискусійним. Видатні мислителі античності — Арістотель, Страбон, Пліній, Ієзекиїл — вважали батьківщиною металів Південний Кавказ. Біблія, описуючи прадавнє кавказьке плем'я, зазначає: «Зилла ж і та вродила Тубаль-Каїна, праотця всіх тих, що кують мідь та залізо» (Пер. Кн. Мойсея, 4:22). За гіпотезу первинності Кавказу стояли видатні археологи XIX і XX ст., зокрема Ф. Ленорман, К. Бер, Г. Чайлд та ін. Сьогодні прибічниками цієї гіпотези залишаються лише окремі вчені, які присвятили своє життя дослідженням Кавказу.

на метал археологічної культури є майкопська (IV тисячоліття до Р. Х.), ареалом життєдіяльності якої були Кубань і Північний Кавказ. Розкопки залишених цією скотарською культурою величезних могил дали численні колекції металевих виробів: бронзову зброю і посуд, золоті прикраси, срібні посудини. Припускають, що метал надходив з Південного Кавказу, хоча не виключені розробки руд в ареалі розселення майкопської культури, де є відповідні мідні рудопрояви.

Таким чином, завдяки стійким господарчим, торговельним і культурним (технологічним) зв'язкам навколо Чорного моря у IV тисячолітті до Р. Х. сформувалася Циркумпонтійська металургійна провінція, яка протягом тривалого часу залишалася найпотужнішою на території всієї Євразії. Домінантою цієї провінції були рудники Кавказу, що пов'язано не тільки з багатими мідними родовищами, але й із новими технологічними успіхами кавказьких гірників — виробництвом арсенових бронз та освоєнням витоплення міді з первинних сірчистих руд.

Приблизно на початку II тисячоліття до Р. Х., коли зв'язки між гірничо-металургійними й металообробними центрами навколо Чорного моря перестали бути системними (метал Балкан і Карпат було переорієнтовано на захід і північ, а Кавказу — на південь і схід), утворилася окрема Кавказька металургійна провінція (площею близько 500 тис. км^2). Будучи в 7 разів меншою за Європейську металургійну провінцію та в 16 разів — за Євразійську, вона значно (за деякими оцінками — на порядок) перевищувала їх за кількістю мідних виробів. На жаль, більшість численних пам'яток гірничої діяльності давніх народів Кавказу, що пов'язані з видобутком руд міді та легувальних металів (арсену, стибію тощо), були назавжди втрачені у процесі розробок копалин у нові часи та в індустріальну епоху. Лише археологічні розкопки давніх поховань, які виявили надзвичайно багаті та якісні набори бронзових знарядь і зброї, а також ритуальних зливків і навіть металобрухту, дають уявлення про масштаби промислової діяльності на теренах Кавказької металургійної провінції.

Вважають, що центром гірничого промислу кінця V–IV тисячоліття до Р. Х. був Малий Кавказ із родовищами Кафанського рудного поля, а також Айкадзор, Сасимадан, Каджаран (Куро-Аракська культура). Розроблялися легкоплавкі окиснені мідні мінерали, але їх рудопрояви в молодих горах альпійського віку, до яких належить Кавказ, були суттєво обмежені (домінували первинні сірчисті агрегати). Найдавніші гірничі виробки (здебільшого штольні) майже не збереглися.

Кінцем V тисячоліття до Р. Х. датують найбільш ранні кавказькі вироби з арсенових бронз. Основні мінерали арсену були досить рано помічені гірниками завдяки яскраво-червоному (реальгар) чи золотистому (аурипігмент) кольорам. Вони доволі широко застосовувалися в ритуальних діях. Припускають, що ці мінерали могли додавати в шихту мідного плавлення з магічними закликами про допомогу духів вогню. Часто заклик «виявлявся почутим»: мідь, отримана таким чином, перевершувала за якістю звичайну. З часом було встановлено зв'язок між часткою лігатури (мінералів арсену) та властивостями мідного сплаву. Так, 8 % вмісту арсену (максимальний відсоток за спільної плавки руд) забезпечували бронзі достатню ковкість, а міцність сплаву, за даними сучасних випробувань, сягала середнього рівня сталі. При цьому мідь діставала підвищену стійкість до окиснення, а сплав — поліпшені ливарні якості, зокрема зниження температури плавлення. Недоліком таких бронз були отруйні властивості арсену, які становили загрозу для металургів, а в окремих випадках — для користувачів виробів (тому віддавали перевагу більш пізнім олов'яним бронзам).

Незважаючи на значний географічний обшир пошуків олова експедиціями гірників з Кавказу, віднайти його не вдалося. Для заміни олова в мідних сплавах велись випробування інших руд, які могли б забезпечити бронзі високу міцність. Вдалий склад лігатури був створений із суміші арсенових і стибієвих мінералів. Це підтверджують не тільки численні археологічні знахідки, але й античні хроніки. Так, у Псевдо-Арістотеля укнизі «Про

дивовижні випадки» зазначено: «Оповідають, що мосиникська мідь відрізняється надзвичайним блиском та білизною; до неї підмішували не олово, а особливий тип тамтешньої землі, яку плавили разом із міддю, тому давні вироби з тих місцевостей пречудові».

Як приклад давньої розробки стибієвих родовищ Кавказу розглянемо рудники Квардзахеті в районі Гірської Рачі (Західна Грузія), що збереглися з середини II тисячоліття до Р. Х. Стибій був представлений тут мінералом антимонітом. Потужність жил становила до 1 м (у місцях роздуття 1,5–2 м і більше), кут залягання — від 15 до 45°, міцність руди — від 30 до 70 МПа, а вмісних порід, що складалися з окременілих сланців, — від 60 до 110 МПа.

Розробляли здебільшого камерним способом. Спершу рудокопи заглиблювались у гірський масив невеликими похилими виробками довжиною до 20 м, які проводили по заляганню жили. Потім перпендикулярно розкривній проводили нарізну горизонтальну виробку шириною близько 1,5 м, яку розширювали в камеру. Для підтримання покрівлі залишали цілики руди. Стійкість камер забезпечували також завдяки раціональному співвідношенню їх довжини й ширини, яке в середньому становило 1,5–1,7. Покрівлі камер надавали форму пологого склепіння.

Руйнували породи за допомогою вогневого методу. Початково руду обробляли у камерах на місці видобутку, де за допомогою діабазових ступ і валунів подрібнювали її і відділяли пусту породу, якою заповнювали порожнини виробленого простору. Ці й подібні технології були надзвичайно поширені в гірничих регіонах Кавказу.

На початку II тисячоліття до Р. Х. родовища легкоплавких мідних руд Кавказу були майже вичерпані, й виникла гостра потреба освоєння первинних сірчистих (сульфідних) руд. Інтенсивні процеси ерозії в гірських масивах та розробка вторинних окиснених руд часто розкривали поклади первинних мінералів міді — халькопіриту, борніту, халькозину. Хоча зв'язок цих мінералів із міддю був давно зрозумілий для давніх рудознавців, але розкрити секрети витоплення міді із сірчистих (сульфідних) сполук не вдавалося

протягом тривалого часу, хоча від вирішення цієї технологічної проблеми залежала сама можливість існування численних гірничо-металургійних спільнот Кавказу. У XVIII–XVII ст. до Р. Х. місцевими гірниками були закладені підвалини металургії сульфідних мінералів.

Розроблена технологія витоплення міді складалася з кількох взаємопов'язаних етапів. Першим кроком було більш якісне збагачення руд (з використанням водного процесу). Наступним етапом було попереднє випалювання сірчистої мідної руди, що призводило до розтріскування рудної маси, видалення надлишкової сірки та часткового ошлаковування кремнеземних сполук. Таке випалювання проводили в кучугурах чи спеціальних кам'яних спорудах, де знизу закладали шар дров. Після попереднього випалювання руду плавили, отримуючи проміжний продукт — штейн (сплав сульфідів міді з залізом). Цей матеріал підлягав новому випаленню й наступному плавленню, що могло повторюватися кілька разів до потрібного ошлаковування й звітрювання шкідливих домішок. Така складна технологія стала ще одним чинником поглиблення спеціалізації металургів і відокремлення їх від гірників. Цілком природно, що розробка первинних мідних руд і витоплювання з них металу застосовувалися тільки там, де легкоплавкі окиснені руди були вже відпрацьовані (з середини II тисячоліття до Р. Х. ці технології використовували не тільки на Кавказі, а й в альпійських і кіпрських рудниках).

Прикладом послідовної розробки як окиснених, так і сульфідних мідних руд (халькопіриту) є давні рудники високогірного масиву Башкапсара в Абхазії (Західна Грузія). Тут у важкодоступній навіть сьогодні місцевості на висоті 2200–2400 м над рівнем моря виявлено 13 виробок, які датують кінцем III — першою половиною II тисячоліття до Р. Х. Це штольні й вертикальні шахти, які розкривали рудні поклади й переходили в просторі очисні камери довжиною до 50 м, шириною 20–30 м і висотою до 15 м. У штольнях виявлено кам'яні молоти, уламки дерев'яного кріплення та глиняного посуду епохи бронзи. Це один із небагатьох прикладів

найбільш старих гірничих виробок великих розмірів, що збереглися з часів давнього світу.

Однією з найвизначніших пам'яток розробки сульфідних мідних руд є гірничодобувний район Гірська Рача (верхів'я річки Ріоні, Західна Грузія), де виявлено понад 100 рудників. Вони інтенсивно відпрацьовувались у період між XVII та X століттями до Р. Х. Розташовувались рудні на високогірній (1500–3000 м) частині південного схилу Головного Кавказького хребта. Тут були необхідні умови для розвитку металургії: у радіусі 10 км від села Гебі залягали багаті родовища міді, арсену, стибію, свинцю та цинку; мали місце численні відслонення руд (з виходом на поверхню); місцевість оточували ліси та водні потоки.

Мідні поклади були представлені крутоспадними мідно-піротиновими жилами завтовшки 0,5–2,6 м з основним рудним мінералом — халькопіритом. На першому етапі гірничих робіт застосовували відкриту розробку. Сліди великої кількості траншей, невеликих кар'єрів, ніш та виробок стовбурового типу (глибиною до 5 м) зафіксовані в місцях рудопроявів. Довжина траншей становила 20–60 м, ширина — близько 2 м і глибина — до 5 м. Після розробки поверхневих виходів руд давні гірники, йдучи жилою, були змушені заглиблюватися в надра. Збереглися характерні приклади переходу відкритих робіт у підземні: із траншей проводили похилі стовбури, із кар'єрних уступів — штольні.

Підземну розробку наочно ілюструють рудники родовища Чкорналі (Гірська Рача). Розкривні виробки зазвичай проводилися за простяганням мідних жил. Іноді розкриття покладу здійснювали штольнями, які проходили по пустих породах ухрест простягання покладу з метою перетину групи паралельних жил. Цей спосіб свідчить про розвиток досвіду гірників і оволодіння вміннями підземного орієнтування виробок. Експлуатаційні роботи вели за допомогою камер або звивистих видобувних штреків, які йшли за напрямком жил.

Більшість виробок мала склепінчасту форму перерізу (співвідношення висоти до ширини становило 1,3–1,5), інколи траплялися

прямокутна або кругла форми. Для підтримання покрівлі залишали міжкамерні цілики, внутрішній простір камер заповнювали пустою породою. На ділянках із нестійкою покрівлею використовували дерев'яні стояки і навіть рами (бук, в'яз), між якими утворювали настил. У камерах були знайдені залишки конструкцій дерев'яних помостів, які рудокопи зводили для ведення робіт на верхньому ярусі камер, що їх висота сягала 6–8 м. Виявлені численні кам'яні та бронзові знаряддя праці, потужні шари деревного вугілля й золи (свідчення застосування вогневого методу), дерев'яні корита й настили для транспортування ємностей з рудою, соснові скіпки для освітлення вибоїв. Як свідчать заміри розчищених відвалів, об'єми переробленої гірської маси й шлаків тільки поблизу села Гебі (Гірська Рача) сягають 200 тис. м^3, що свідчить про розташування тут у бронзову добу потужного гірничо-металургійного центру, який забезпечував міддю не тільки Кавказький регіон, а й сусідні країни.

Примітною обставиною є подібність (іноді повна ідентичність) гірничих іметалургійних технологій, що застосовувалися на давніх рудниках Гірської Рачі, Абхазії, Аджарії, Сванетії, Вірменії, Нахічевані. Це свідчить про обмін знаннями й технічним досвідом між давніми спільнотами гірників Кавказу і навіть про узгодженість і координацію їхніх дій.

Карпати та Альпи. У II тисячолітті до Р. Х. на великій території від Карпат до Атлантики сформувалась Європейська металургійна провінція, найбільш потужними центрами якої стають багаті карпатські, альпійські та піренейські родовища. Подібно до ситуації з кавказькими рудниками переважна більшість давніх європейських копалень була знищена часом і гірничою діяльністю наступних епох. Про масштабність «вибуху» гірничо-металургійних технологій свідчать численні скарби виробів з олов'яної бронзи й самого металу (зливки, брухт), кількість яких свідчить про майже десятиразове збільшення обсягів виробництва порівняно з III тисячоліттям до Р. Х. Серед найбільших скарбів усієї Європейської провінції виділяються Уіоара де Суз (Румунія), де було

зосереджено майже 6 тис. різноманітних виробів загальною вагою 1100 кг. Слід сказати також про концентрацію понад 150 скарбів на обмежених теренах Закарпаття (район Мукачеве — Ужгород), де виявлено понад 2 тис. бронзових знарядь.

Найбільш відомі — альпійські мідні рудники, де вели розробку як окиснених, так і первинних мідних руд. Видатною пам'яткою давнього гірництва є альпійський рудник Міттерберг (Західна Австрія), який експлуатувався в добу пізньої бронзи. Давні виробки постають тут у вигляді похилих стовбурів і штолень, які закладали на поверхневих виходах малахіту та халькопіриту. Довжина виробок сягала 100 м, кут нахилу — 20–30°, висота (залежно від форми рудних тіл) — 2–30 м. Для руйнування порід застосовували вогневий метод. Під час археологічних досліджень рудника знайдено численні кам'яні молоти та кирки, бронзові клини, залишки дерев'яного кріплення й шкіряних мішків для транспортування руди. Поблизу устя виробок виявлено майданчики для випалення руд і відвали шлаків, поруч із водними потоками — місця «сухого» та «мокрого» збагачення руд. Вважають, що за 200–300 років давньої експлуатації рудника Міттерберг було видобуто близько 14 тис. т мідних руд (значною мірою сульфідних) і витоплено близько 3 тис. т міді. Крім традиційного витоплення міді з руд у Міттерберзі здійснювали масштабну відливку бронзових виробів, а також металургійну переробку спрацьованих знарядь, що зберігало дорогий метал для нового використання.

Близький Схід. Важко перебільшити історичне значення перших держав Близького Сходу в цивілізаційному поступі людства. Традиційні уявлення про історію Давнього світу, сформовані значною мірою завдяки народженій тут писемності, передбачають використання саме в цьому регіоні найбільшої кількості металевої зброї та різноманітних знарядь праці. Тому майже парадоксальною виглядає невідповідна, вельми обмежена кількість виявлених на величезних теренах Близького Сходу металевих виробів бронзової доби й осередків їх виробництва. Частково це пояснюється відсутністю або бідністю рудних родовищ на окремих територіях

(наприклад, у Месопотамії), що загалом не вияснює складну ситуацію забезпечення найпотужнішого цивілізаційного центру виробничими металами.

Найбільш цікавими пам'ятками давнього мідного промислу вважають копальні Давнього Єгипту Бір Насиб (гірська частина Синайського півострова), Ваді-ель-Араба (синкліналь між Мертвим та Червоним морем, північніше затоки Акаба), а також рудники Кіпру.

Початок освоєння важкодоступних родовищ Бір Насиб був пов'язаний з розвідувальними експедиціями єгиптян, які шукали дорогоцінну бірюзу. Її видобуток розпочато тут з III тисячоліття до Р. Х., а найбільших обсягів досягнуто під час правління фараона Хеопса. На Синайському плато Хеопс звів величний храм богині Хатхор, котру вшановували як покровительку шахтарів. Оскільки культ богині Хатхор з часом поширився з добувачів бірюзи на добувачів мідних руд, можна припустити, що освоєння металу розпочали саме «мисливці» за дорогоцінним каменем.

Вважають, що спершу малахіт із синайських рудень використовували подібно до бірюзи як ювелірний і виробний камінь, а також як сировину для мінеральної фарби. Але досить швидко його ідентифікували як продуктивну руду для витоплення міді (металургійні технології могли бути відомі жерцям Єгипту, оскільки імпорт мідних виробів витіснив тут кам'яні знаряддя ще на початку Давнього царства).

Найбільш досліджені сучасною наукою рудники Ваді-ель-Араба в Тімні (Південний Ізраїль) та Фенані (Південно-Західна Йорданія). Тут на спільній площі близько 400 км^2 зафіксовано понад 8 тис. давніх копалень. Основний тип руд — малахіт і хризокола, які є в мідистих пісковиках. Найдавніші розробки датують IV тисячоліттям до Р. Х., найбільш пізні — раннім ісламським періодом. Максимальна активність експлуатації родовищ припадає на період Нового царства Давнього Єгипту (XIV–XI тисячоліття до Р. Х.).

Перші кроки видобутку міді були пов'язані тут із відкритою ямною розробкою мідних конгломератів. З часом ями змінились неглибокими виробками стовбурового типу діаметром 2–5 м,

сліди яких збереглися дотепер. Безпосередньо неподалік виробок зафіксовано рештки металургійних об'єктів і шлаків, що свідчить про нерозривну єдність гірничої й металургійної діяльності початкового періоду. Надалі (II тисячоліття до Р. Х.) поклади розкривали вертикальними стовбурами діаметром від 0,8 до 1,5 м, глибина яких становила зазвичай 10–15 м (найбільша із зафіксованих сягала 36 м). Від стовбурів проводили системи горизонтальних виробок, якими вибирали рудні поклади. Висота цих виробок — у межах 0,6–1 м. Ділянки потужних рудних тіл розробляли камерами. Поширеним типом виробок у гірських масивах Фенану були штольні, протяжність яких в окремих випадках сягала до 50 м.

Деякі рудники одночасно розробляли два горизонти, поєднані між собою сліпими стовбурами. За потреби споруджували додаткові вентиляційні стовбури, які іноді використовували для підняття руди. Її транспортували у шкіряних мішках, що їх гірники виносили на собі, піднімаючись висіченими на контурі стовбура заглибленнями. Іноді використовували підйомники у вигляді коловорота з причіпними дерев'яними цебрами. Гірські породи руйнували за допомогою бронзових клинів (зубил) і молотків, а також дерев'яних знарядь із бронзовими наконечниками. Основним засобом забезпечення стійкості виробок слугували цілики.

Видобувна діяльність давніх єгиптян підтримувалась добре організованою «геологічною розвідкою», котра охоплювала пошуковими шурфами доволі велику мідноносну зону. Досить продумані рішення вентиляційних сполучень (вузькі й довгі повітроподавальні галереї, стовбури, збійки) дають можливість припустити наявність попередніх планів гірничих робіт.

На поверхні, поблизу виробок, було знайдено велику кількість дробильних знарядь (молоти, товкачі, куранти, кам'яні платформи), які свідчать про застосування «сухого» збагачення руд поблизу місць їх видобутку. Металургійні комплекси з печами різних конструкцій розташовувались як поблизу, так і на суттєвій відстані від окремих гірничих виробок (у тому разі, коли обслуговували групи наближених до них копалень).

Унікальним археологічним об'єктом є металургійна база давніх єгиптян, розкопки якої виявили наявність трьох культурних шарів з чудовими мідеплавильними артефактами, що засвідчило вельми тривалий період її існування. Експедиційний табір гірників-металургів розміром 80×40 м з одного боку межував з гірським масивом, а з інших боків був огороджений добротною дугоподібною стіною з двома баштами. Аналіз виявлених тут мідних шлаків (датовані початком I тисячоліття до Р. Х.) засвідчив їх високу однорідність і незначні залишки міді, що свідчить про правильну послідовність завантаження компонентів шихти для її плавлення, добру вентиляцію печей, ефективний температурний режим, використання флюсів (у нашому випадку — оксидів марганцю).

Рудники Ваді-ель-Араба належали фараонам Рамзесидам [18] і, згідно з письмовими свідченнями давніх часів, були широко відомі за назвою «Атика». Тут зафіксовано близько 3000 стародавніх розробок. Ранні з них належать до мідної доби (IV тисячоліття до Р. Х.), пізніші — до початку н. е. (період римського панування). Основні типи виробок — стовбури, штреки, штольні. Максимальна глибина шахт — 36 м, довжина штреків — понад 50 м. Рудники Ваді-ель-Араба були відкриті в 1845 році.

Мідь із Тімни, між іншим, слугувала сировиною для виготовлення великої кількості яскравих мідних штаб, якими оздоблювались палаци і храми Давнього Єгипту, зокрема знаменитий Суддівський палац фараонів. Археологічні розкопки в Тімні виявили численні ознаки стійкого зв'язку гірництва й стародавніх містичних культів. Кожний історичний період мав своє місце й стиль обрядів, починаючи від найдавніших Високих Місць з кам'яними

[18] Археолог Нельсон Глюк, який 1937 року виявив давні копальні долини Тімни, пов'язував їх з Ізраїльсько-Іудейським царством X ст. до Р. Х. і вважав їх «копальнями царя Соломона», але ґрунтовні дослідження ізраїльських і німецьких археологів під керівництвом Б. Ротенберга довели, що гірнича діяльність у Тімні велась єгипетськими фараонами часів Нового Царства.

олтарями й наскельними рисунками, до храмів Нового Царства, присвячених єгипетській богині Хатхор.

Потужним центром видобутку міді в Західній Азії були родовища південно-східної частини Аравійського півострова (територія сучасного Оману). Найдавніші знахідки міді та перші рудники датують тут III тисячоліттям до Р. Х. Основний район розробок зосереджувався в горах поблизу Оманської затоки, де на території площею близько 30 тис. км^2 розташовувалось понад 100 мідних родовищ і рудопроявів (насамперед райони Ваді-Джизі, Назва, Майсар). Розроблялися окиснені та сульфідні руди. Гірничі роботи вели як відкритим, так і підземним способом (фіксуються кар'єри, а також численні стовбури та штольні). Майже на всіх копальнях можна знайти сліди металургійної діяльності у вигляді шлакових відвалів, горнів, ливарних форм тощо. Виявлено багато поселень давніх гірників-металургів. Припускають, що оманські розробки є легендарною «країною міді — Маган», з якої отримували мідь давні шумери.

Значні обсяги міді надходили до країн Близького Сходу та Егейського світу з Кіпру, назва якого визначила латинську назву міді, як *cuprum* (тобто метал із Кіпру). Багаті родовища окиснених і сульфідних руд міді, географічна близькість до центрів тогочасних світових культур зробили острів «яблуком розбрату» держав ранньої античності. Славнозвісні кіпрські зливки міді у вигляді розпластаних бичачих шкур вагою від 24 до 37 кг (з відповідним тавруванням) слугували міновим еквівалентом вартості, виконуючи наприкінці II тисячоліття до Р. Х. функцію великих грошей. До сьогодні на Кіпрі збереглися виробки давніх рудників, у яких було знайдено характерні знаряддя праці гірників, рамні дерев'яні кріплення вертикальних і горизонтальних виробок, транспортні ємності.

Важливі свідчення щодо ролі Кіпру в гірничому виробництві дали обстеження затонулих поблизу Малої Азії кораблів II–I тисячоліття до Р. Х. Найбільш знаменною знахідкою став добре збережений корабель із вантажем металевих зливків, виявлений 1982 року

поблизу мису Улубурун (Туреччина). Корабель перевозив близько 10 т кіпрської міді й 1 т олова. Середня вага зливків становила 24,6 кг. Знахідка була датована XIII ст. до Р. Х. Цей і подібні археологічні об'єкти ілюструють не тільки мореплавні досягнення давнього Кіпру, але й свідчать про високий рівень гірничої справи, продукти якої становили експортний потенціал країни.

Північна Азія. Не меншу зацікавленість, ніж гірничі об'єкти Європи, Кавказу й Близького Сходу, викликають давні мідні рудники Північної Азії, значення яких ще не оцінене належним чином. Довгий час численні рудники Уралу, Казахстану, Західного й Північного Сибіру приписували майже легендарному фінському народу *чудь*, надаючи розробкам узагальнену назву «чудські копальні». Сучасні дослідження зазначають тут гірничодобувну діяльність різних археологічних спільнот (афанасіївської, абашевської, зрубної), не виключаючи при цьому значну роль фінно-угорських народів.

Одним із найбільш показових об'єктів «чудської» діяльності на Середньому Уралі був Гумешевський рудник (поблизу м. Полевський, Росія). Місцевий ландшафт — це невисокі, вкриті лісом узгір'я з виходами на поверхню відслонених скельних масивів [19]. З середини II тисячоліття до Р. Х. тут розробляли потужну зону окиснених мідних руд завтовшки до 35 м. Давні виробки, здебільшого штольні, підтримували за допомогою дерев'яного кріплення. Розкопуючи давні зруйновані виробки, виявили рештки тіл загиблих гірників, численні мідні, кам'яні й дерев'яні знаряддя праці (кайла, молоти, лопати), шкіряні сумки для транспортування руди, рукавиці тощо.

Руду плавили поблизу рудника на горі Думній (заввишки 409 м), де виявлено залишки давніх печей, мідні шлаки, фрагменти

[19] Цікаво, що Урал перші руські поселенці називали «Камінь», іноді — «Кам'яний пояс». Вважають, що назва «Урал» (від мансійського «ур» — гора) була пущена в обіг у XVIII ст. управителем казенних заводів В. М. Татищевим.

кераміки. За реконструкцією археологів металургійний комплекс на горі Думній був обнесений високим земляним валом з дерев'яним частоколом. Огороджена промислова ділянка не мала рослинності, її поверхню вкривали подрібнена гірська порода, шлаки, мідні виливи. Тут розташовувались прості житла гірників-металургів, а з боку південного валу було споруджено шерегу плавилень. Одночасно зі збагаченням руд і витопленням металу на промисловій ділянці виготовляли мідні вироби, зокрема наконечники для стріл. Залишки давнього металу на горі Думній були такі великі, що збудований у XVIII ст. мідний завод деякий час працював за рахунок переплавлення цього брухту.

Свідченням небезпечної та важкої праці уральських гірників стали дослідження концентрації шкідливих елементів у рештках мідеплавильного виробництва на горі Думній. Їх концентрація виявилася надзвичайно високою. Навіть нині, коли минуло майже три тисячоліття, висаджені на промисловій ділянці в завезену землю дерева гинуть, хоча за межами ділянки вони ростуть нормально.

Гумешевське мідне родовище було знову «відкрите» 1702 року. Протягом XVIII–XIX ст. тут діяло понад 200 копалень, які дали майже 1,5 млн т сортованої руди (17 тис. т міді). 1798 року на Гумешевському руднику запрацювала перша на Уралі парова машина. Крім витоплення міді рудник уславився видобутком найкращого у світі малахіту (ним оздоблені Ермітаж, Ісаакіївський собор, Версальський палац). Цікаво, що розробляли й торгували гумешевським малахітом ще в давні часи. В одному з донських поселень II тисячоліття до Р. Х. було знайдено чималий шматок-малахіту, котрий сучасними науковими методами ідентифікований як гумешевський. Яскравим прикладом великих брил цього каменю (одночасно — доброї мідної руди) є славетний експонат вагою понад 1,5 т, що зберігається в Гірничому музеї у Санкт-Петербурзі. Гумешевський рудник був прославлений в «Уральських бувальщинах» П. Бажова, події в більшості з яких відбуваються саме в Гумешках.

Поряд з гірськими районами Уралу велике значення мали розробки мідних руд у рівнинній, степовій зоні Приуралля, яскравим прикладом яких є потужний гірничий центр епохи бронзи Каргали (Оренбурзька область Росії). Каргалинське рудне поле мало форму витягнутого овала з приблизними розмірами 50×10 км. Руди представлені мідистими пісковиками та вапняками, а їх мінеральний склад багатий на оксиди міді. Рудні поклади були вкриті шаром глинистих порід потужністю від одного до кількох десятків метрів. Початок розробки каргалинських руд датують кінцем IV тисячоліття до Р. Х., але основний період їх експлуатації припадає на епоху пізньої бронзи (II тисячоліття до Р. Х.). У 40-х роках XVIII ст. родовище знову було «відкрите» по слідах давніх гірничих робіт і давало до чверті видобутку міді всієї Російської імперії. Описуючи мідні розробки, академік І. Гмелін зазначав: «…щоб шурфувати жили, тут не потрібно великих зусиль, оскільки при цьому йдуть шурфами, зробленими у незапам'ятні часи давнім населенням» (1734 р.). Перший директор каргалинських заводів Я. Твердишев засвідчував, що давні рудокопи нічим не поступалися гірникам XVIII ст.: «Тут у давнину гірнича робота веласьіз таким мистецтвом, що й нинішні штейгери та гірничі служителі краще того не роблять; тому що в багатьох місцях руду з такої глибини діставали, що поверх тої руди лежить землі саженів на 20 [20], а в багатьох шахтах і копальнях, з яких руда вибрана, штольні й понині взагалі не обсипалися і так стоять, нібито в недавньому часі роботи на них проводили» (1762 р.).

Численні розкривні виробки Каргалинських рудників — це здебільшого вертикальні стовбури, а їх виявлено приблизно 30 тисяч [21] і фіксуються вони за характерними западинами та відвалами порід. Сукупна маса видобутих гірських порід сягає декількох

[20] Тобто завтовшки 42 м (сажень дорівнює 2,13 м).

[21] Цифра включає виробки як епохи бронзи, так і XVIII ст., причому в багатьох випадках не можна визначити час спорудження виробок через їх схожість.

мільйонів тонн. Загальна довжина підземних виробок обчислюється багатьма сотнями кілометрів.

Стовбури проникали через товщу глинистих порід до рудних покладів, які здебільшого мали вигляд лінз або жил. На контурі стовбурів вирубували заглибини, що правили за сходи. Для розкриття потужного чохла глинистих порід використовували мідні знаряддя у вигляді кайла, кирки та лому, а також совки й копачки, виготовлені з лопаточних кісток великої рогатої худоби. Оскільки розробка в'язких глин у сезон дощів не могла бути ефективною, припускають можливість ведення гірничих робіт і в зимовий період.

Після досягнення стовбуром рудного тіла проводили його розробку за системою горизонтальних виробок і камер. Їх форма і напрямки мали досить хаотичний характер, причому вироблений простір міг займати декілька горизонтів. Низькі й вузькі «лази», які проводили в основному по пустих пісковиках у пошуках скупчення мідних мінералів, змінювалися просторими камерами, що відтворювали контури рудного тіла. Зафіксовані в межах рудного поля глибокі провали поверхні свідчать, що розміри підземних камер могли бути досить значними й мати у висоту до 15–20 м. Руйнування порід під час проведення виробок і розробки руди здійснювали за допомогою кістяних клиноподібних знарядь, які під ударами кам'яних молотків відколювали невеликі уламки порід. Численні свідчення таких робіт збереглися на стінках давніх виробок і ціликах камер.

Породні відвали фіксувалися біля устя стовбурів або були витягнуті на десятки чи сотні метрів у вигляді насипів. Вони являють собою переконливі докази масштабних гірничих і збагачувальних робіт. Характерно, що стародавні виробки (в тому числі стовбури) були закладені подрібненою породою, в якій спостерігаються фрагменти кераміки, кістяних знарядь тощо. Деякі виробки гірники залишили відкритими (з часом вони заповнилися ґрунтом). Це свідчить про тривалий строк експлуатації родовища і зміну культових традицій (припускають, що більшість незаповнених стовбурів належать гірникам нового часу).

Специфіка давньої розвідки мідних руд Каргалинського родовища була зумовлена наявністю досить потужного шару глинистих порід, який ізолював мідисті пісковики з рудними тілами. Сучасними дослідженнями не виявлено виходи мідних руд на поверхню. Схоже, спершу знаходили мідь на схилах ярів, що розтинали рудоносні зони. Основними способами пошуків були розвідувальні кар'єри і шурфи (стовбури). Закладання кар'єрів було більш працемістким, оскільки потребувало вибирання значних обсягів поверхневих порід примітивними знаряддями праці, хоча імовірність натрапити на рудне тіло при цьому способі суттєво зростала. А втім, найбільш поширеними були пошукові стовбури. Оскільки «влучити» в мідну лінзу чи жилу щастило не завжди, то від донної частини стовбура проводили вузькі розвідувальні лази. Визначення місць закладання пошукових стовбурів, пов'язаних зі значними обсягами важкої праці, було прерогативою служителів сакральних культів. Археологи на місцях гірничих робіт виявили кістки для ворожіння, сакральні лабіринти поверхневих траншей, «вузли» яких давали місце закладання виробки, інші магічні знаки. Слід зазначити, що жерці поєднували накопичений досвід гірничої діяльності з афективним станом прийняття рішень, що подеколи забезпечувало успіх пошуків.

Вельми цікавими знахідками Каргалів були численні металургійні артефакти. Археологічними експедиціями [22] виявлено тисячі мідних інструментів і зразків шлаків, причому більшість виробів та відповідних ливарних форм призначалася для знарядь гірничої праці. Загалом виявлені масштаби гірничих робіт значно перевищують кількість металургійних артефактів. Можна припустити, що значна частина каргалинської міді й збагаченої руди експортувалася у віддалені центри металообробки. Одним із них могло бути давнє городище Аркаїм, віднайдене археологами

[22] Археологічні експедиції під проводом Є. М. Черниха досліджували Каргалинські рудники у 1991–2002 рр.

на східних схилах Уральських гір на річці Велика Караганка (Челябінська область Росії).

Городище Аркаїм, датоване XVII–XVI ст. до Р. Х. — це два вписаних одне в одне кола оборонних споруд та два кола осель і виробничих будівель (загальною площею близько 20 тис. м²), які прилягали до стін фортеці. Основним заняттям населення було металургійне виробництво й металообробка, про що свідчать виявлені плавильні печі, ливарні форми, сопла, шлаки, молоти й ковадла. Високий рівень виробництва гармоніював з архітектурною досконалістю поселення: кільцеві лінії мали один центр (головну площу), куди сходилися радіальні вулиці; чотири входи було орієнтовано по чотирьох вітрах. Це дозволяє провести паралель між пізнанням металу та ступенем розвитку культури давньої спільноти, що простежується на багатьох прикладах. Високорозвинена цивілізація Аркаїму залишає дискусійними питання щодо її походження, розвитку й просування у євразійському просторі.

Цікавим прикладом «чудських копалень» були рудники Сариарки (тобто — «жовтого степу»), розташовані на території Центрального й Північно-Східного Казахстану. Перші свідчення мідних плавок датують тут кінцем неоліту, але основні розробки припадають на середину II тисячоліття до Р. Х., коли в Сариарці було сформовано один із найпотужніших азійських центрів із виробництва міді та олов'яних бронз. Про надзвичайні масштаби давніх гірничих робіт свідчать величезні обсяги добутої гірської маси, які становлять на Жезказганському родовищі близько 1 млн т, а на Кенказганському — до 800 тис. т.

До найбільш ранніх форм виробок відносять так звані мідні ями, численні скупчення яких зафіксовані за 45 км північніше Жезказгана (з казахської мови «жезказган» — місце, де копали мідь) [23]. Ці виробки представлені неглибокими кар'єрами або траншеями довжиною 100–140 м, шириною 2–2,5 м та глибиною — до 3 м. Відкрита розробка окиснених мідних та олов'яних

[23] У колишньому СРСР використовували написання Джезказган.

руд (зокрема каситериту) була характерна й для більш пізнього часу, причому кар'єри чудських копалень сягали по осях декількох сотень метрів, часом переходячи в підземні виробки.

Розкриття рудних тіл за підземної розробки проводили здебільшого штольнями, які закладали в ярах чи з бортів заздалегідь вибраних кар'єрів; використовували також вертикальні стовбури. Глибина робочих горизонтів зумовлювалася рівнем ґрунтових вод, який становив 8–28 м. Підтримували гірничі виробки за допомогою рудних ціликів або штучних опор з великих породних блоків. Відкриті роботи вели за допомогою землерийних мотик і кайл. Скельні породи (здебільшого мідисті пісковики, іноді кварцити, сланці) руйнували важкими кам'яними молотами, кирками, а також зубилами й молотками. Археологи виявили сотні гірничих і збагачувальних знарядь праці давніх гірників казахського степу. Цікавими особливостями копалень було маскування устя штолень і стовбурів та перекриття їх важкими плитами. Згідно з гірничими традиціями Євразійського простору підземні виробки після закінчення експлуатації щільно закладали пустою породою.

Перші письмові свідчення про рудники Сариарки належать Геродоту, який писав, що на схід від Аральського моря мешкають племена, які ведуть розробку руд на мідь, золото, срібло й інші метали. Ознаки давніх виробок стали надійними пошуковими дороговказами для геологів і гірників XIX ст., які знову «відкрили» потужні родовища поліметалів Казахстану, що успішно експлуатуються й нині.

Вельми значущим районом давніх чудських розробок був Мінусинський гірничо-металургійний центр (Хакасько-Мінусинська улоговина, Росія), який з середини II тисячоліття до Р. Х. забезпечував металами значні простори Центральної Азії й експлуатувався протягом тисячі років. Родовище відрізнялось потужною зоною окиснених мідних руд (малахіт, азурит, хризокола), причому товщина покладів сягала в окремих випадках 40 м. Давні виробки представлені ямами, траншеями, кар'єрами (іноді з розташованими у їх боках штольнями), ходками, камерами.

Виробки йшли по рудних тілах і повторювали їх форму. Розміри численних відкритих виробок були відносно невеликими — від 5–7 до 16–20 м, глибина — близько 4 м (винятком є рудник Теміртаг глибиною майже 30 м). Для руйнування порід використовували знаряддя з каменю, дерева, кістки, рогу, а також бронзові клини й кирки. На ділянках відслонень рудних тіл використовували вогневий метод їх руйнування.

Поблизу мідних рудників виявлено численні скупчення металургійних шлаків, іноді дуже значні, що свідчить про поєднання в одній спільноті гірничої та металургійної діяльності. Тільки на одному Юлинському руднику у відвалах було накопичено близько 12 тис. м^3 мідних шлаків. Це, з урахуванням досить малих об'ємів печей того часу, передбачає більше 1 млн окремих плавлень, що потребувало зосередження масових зусиль багатьох поколінь чудських гірників.

Східна Азія. На території Східної Азії зафіксовано лише один прадавній центр виробництва бронзи, який розташовувався на території сучасного Таїланду й експлуатувався з кінця IV тисячоліття до Р. Х. Час його існування обмежувався кількома століттями, а територіальний вплив мав доволі локальний характер. У Китаї розробку мідних родовищ і виплавку бронзи почали відносно пізно, лише в середині II тисячоліття до Р. Х., але темпи освоєння металу й різноманітних виробів із нього були високими й характеризувалися оригінальними винаходами та високим художнім смаком майстрів. Основні центри давньокитайської металургійної провінції пов'язані з ранніми державними утвореннями династії Шан (XVI–XI ст. до Р. Х.) і Західної Чжоу (XI–VIII ст. до Р. Х.). У величезному некрополі давньої столиці династії Шан місті Іньсюй (сучасне місто Аньян, за 500 км південніше Пекіна) знайдено численні сакральні бронзові посудини ти скрині, які свідчать про великі досягнення давніх китайських металургів.

Висновки. Наведений огляд давніх рудників дозволяє констатувати факт інтенсивної експлуатації відносно нечисленної групи потужних родовищ, на базі яких утворилися значні

гірничо-металургійні центри бронзової доби. Вироблені там мідні (бронзові) вироби розповсюджувались по прилеглих і віддалених територіях й забезпечували прискорений розвиток матеріальної культури та соціальних процесів. Освоєння виробничих металів у різних гірничо-металургійних центрах Євразії здебільшого пов'язане з міграцією спільнот, які мали досвід і володіли знаннями гірничої справи, причому організаційні форми промислу спиралися на сакральні культи та їх служителів (рабства ще не було). Технологія видобутку залежала від гірничо-геологічних умов тих чи інших родовищ і ґрунтувалася на ручних знаряддях праці з каменю, кістки та бронзи. Незважаючи на примітивний гірничий інструмент і обмежені геологічні знання, шахтарям удавалося видобувати великі обсяги корисних копалин, що залягали на глибині кількох десятків метрів, руйнувати досить міцні гірські породи, споруджувати й підтримувати різноманітні виробки, забезпечувати успішну розвідку родовищ і освоєння нових руд для бронзових сплавів.

2.3. Початки видобутку благородних металів [24]

Люди гинуть за метал...
(опера Ш. Гуно «Фауст»)

Золото в історії та культурі

Серед усіх багатств, породжених гірництвом, золото найбільш відчутно вплинуло на розвиток суспільних відносин, оскільки протягом тисячоліть відігравало роль грошей (засобу обміну) й ототожнювалось із поняттями багатства, влади, сили, а також із відображенням уявлень людини про красу (ювелірне мистецтво). Золото могло бути першим металом, освоєним людиною, бо на земній поверхні перебуває в самородному вигляді, має помітний блискучо-жовтий колір, не підлягає окисненню такорозії. У Давньому Китаї мідь позначалася словом «тун», яке складалося з двох ієрогліфів — «золото» і «подібний». Вочевидь, золото на території Китаю було відоме раніше міді, хоча обидва ці метали з'являються тут значно пізніше, ніж у народів перших цивілізацій. Найдавніші знахідки золотих виробів археологи датують VI–V тисячоліттями до Р. Х. (Балкани, Єгипет, Південний Кавказ, Індія), тоді як першу мідь, освоєну людиною на південному сході Малої Азії, відносять до IX тисячоліття до Р. Х. На користь першості міді може свідчити той факт, що поширеність золотих самородків була набагато меншою, ніж мідних (за різними оцінками — у десятки разів).

Приваблива краса, тотожність сонячному кольору, велика рідкість золота зумовили його широке використання в культовій діяльності як символу бога-сонця (давні єгиптяни, арійські

[24] Золото, срібло, електрум, платина, які склали групу дорогоцінних металів, були названі благородними завдяки їх високій стійкості до окиснення та корозії. Образно кажучи, вони, як і шляхетні роди в суспільстві, гідно зберігали свою сталу окремішність, бо не вступали у хімічні сполуки з киснем, як більшість інших металів.

народи-сонцепоклонники, американські цивілізації). Царі й князі племен, що обожнювали Сонце, прагнули оточити себе знаковими предметами із золота, які з часом переносилися в поховання знатних небіжчиків як сподівання на приязний прийом у потойбічному світі. Менш впливові люди також прагнули мати хоча б каблучку з «металу сонця», причому вбачали в ній не так художню прикрасу, як амулет, що забезпечував заступництво бога-сонця. Це породжувало сталу потребу дедалі більшої кількості золота, сприяло пошукам і розробці потужних золотих родовищ.

Оскільки ціна золота, що пропорційна великій працемісткості його видобутку й відносно малим запасам металу в рудних покладах, сягала незмінно високого рівня, то золото почало відігравати функцію скарбу (накопичення й збереження вартості праці). Це дозволило, концентруючи значні багатства, отримувати потужні управлінські ресурси, створювати й регулювати державні відносини, а з часом замість безпосереднього товарного обміну започаткувати грошовий. Перше використання золота як мірила вартості спостерігається на початку III тисячоліття до Р. Х. за часів правління єгипетського фараона Менеса (Хор-Аха), коли була запроваджена практика клеймування золотих зливків, що їх використовували як засіб торговельного обміну. Перші монети з електруму (золото-срібного сплаву) з'явилися в VI ст. у Лідії (західна частина Малої Азії), звідки вони швидко поширилися по всьому Егейському світу.

З утвердженням благородних металів як універсального грошового еквіваленту боротьба за оволодіння золотом і його родовищами стає основною складовою світових експансій. Величезна кількість золота останнього царя Лідії Креза, ім'я якого стало синонімом багатства та розкоші, спричинила перську воєнну агресію. Накопичення «всього золота світу» у скарбницях володарів Персії спричинило вторгнення армій Александра Македонського, фінансове становище якого не залишало альтернативи походу в Азію. Після розпаду імперії Александра величезні запаси золота шляхом малих воєн і династичних заколотів розтеклися по всій

ойкумені й знову були зосереджені вже в Римі, особливо після завоювання ним багатих на поклади золота Іберії, Галії та Єгипту. Таким чином, усталений зв'язок «війна — золото» (і навпаки) назавжди увійшов в історію народів.

Починаючи з міфів про аргонавтів і нібелунгів, сюжети яких обертаються навколо золота та його злої сили, фольклор та художня література всіх часів зберегли безліч спостережень та думок про роль золота в житті людей. Георгіус Агрікола у першій книзі своєї енциклопедичної праці «Про гірництво та металургію» подає змістовний обмін думками античних мислителів щодо гірництва, який здебільшого «замішаний» на золоті. Саме в ньому поети й філософи вбачали причини воєн, людської нерівності, численних злочинів та духопадінь. Пліній стверджував: «Золото було першим джерелом користолюбства, підступного лихварства та пристрасті збагатитися в неробстві. Але ці вади невдовзі підсилились ще більше й виникло справжнє божевілля й непогамовна спрага». Auri sacra fames (проклята спрага золота) — такою формулою відобразив Вергілій єдність золота, війн і насильницької смерті.

Золото й срібло, що були великою спокусою легкого збагачення, інколи призводили до втрати морально-етичних принципів життя людей. Разом із тим вони виконували важливу роль рушія торговельного й промислового поступу, об'єктивно покращували економічну складову суспільного розвитку. Потреба в грошових металах забезпечила пріоритетний розвиток гірництва та освоєння нових земель, де знаходили жадані руди. Значним чином завдяки пошукам багатих рудних родовищ виникає Епоха великих географічних відкриттів, яка забезпечила європейцям світове домінування. Один із найбільш натхненних діячів цієї епохи, мореплавець Христофор Колумб стверджував: «Золото — дивовижна річ! Хто володіє ним, той господар всього, чого забажає. Золото може навіть душам відкрити дорогу в рай». «Золоті лихоманки» сприяли залюдненню величезних територій Америки, Австралії, Африки, а видобуте старателями золото фінансово забезпечило глобальні індустріальні перетворення. Пошук благородних металів

алхімічним шляхом заклав початки хімічних наук, дав пробірний аналіз руд, виявив властивості багатьох хімічних речовин, мінералів, металургійних сплавів.

Завдяки своїм унікальним хімічним і фізичним якостям, стійкості в різних середовищах благородні метали доносять до нас оригінальні артефакти минулих культур. Вони є найкращим матеріалом для ювелірних прикрас і витворів художнього мистецтва, виконують функції валютних запасів, застосовуються в сучасній електротехнічній, космічній, ядерній, інформаційній техніці.

За всю історію людства було видобуто близько 110–120 тис. т золота, причому до відкриття Америки — лише 13–14 тис. т. Варто уваги те, що загальні втрати золота (обіг монет, таємні скарби й поховання, затонулі кораблі) становили не більше 10–11 %, тобто один раз видобуте, воно не зникало з ужитку людей, лише перевтілювалось у різні речі. Не виключено, що, скажімо, золота каблучка на вашому пальці, шановний читачу, колись була частинкою легендарного золотого плуга скіфів-орачів, чи золотого коня хана Батия, чи коштовної оправи рукописної книги, чи ювелірної прикраси з уславленого скарбу гетьмана Полуботка...

Історична географія й технологічні особливості первинного видобутку золота та срібла

Найбільш давні, з достовірно датованих, знахідки золотих виробів були виявлені на території Болгарії (золотий некрополь поблизу Варни). Поховання V тисячоліття до Р. Х. налічувало близько 300 могил (майже всі — кенотафи), у яких було віднайдено понад 3 тис. унікальних виробів із золота, міді та кременю, у тому числі й золотий жезл — символ монаршої влади. Розкопки золотого некрополя дали підстави стверджувати, що видобуток благородних металів на території Балкан і Карпат, імовірно, передував розробкам у Єгипті. Кінцем V тисячоліття до Р. Х. датують перші золоті вироби Південного Кавказу й Вірменського нагір'я, припускаючи їх більш раннє походження. Проте ці реалії не змінюють

того факту, що найстарша розвинута цивілізація, у якій золото відігравало визначальну роль, постала в Єгипті, а найбільші розробки найдавнішого періоду спостерігалися в Аравійсько-Нубійській золотоносній провінції.

Різноманітне археологічне вивчення пам'яток Давнього Єгипту й Месопотамії, а також давні писемні джерела цих культур вказують на досить раннє знайомство з благородними металами, які мали релігійне ототожнення з богами сонця (золото) й місяця (срібло). Велика краса й цінність цих металів, зумовлені їх рідкістю й величезною працемісткістю видобувних робіт, зробили їх елементом єгипетських сакральних культів, а згодом — мірилом вартості (валютними металами).

Давні єгиптяни вважали, що саме Сонце (верховний бог Ра) породило золото, пролившись на землю золотим дощем. Подібно до сонця золото в Єгипті називали променистим [25] (нуб), а край, де видобували золото, іменували Нубією. Ототожнення бога-сонця в золоті давніх храмів мало вражати уяву віруючих. Покинувши старі Фіви, фараон Ехнатон збудував нову столицю Єгипту Ахет-Атон (небосхил сонячного диска). У храмах цього міста сонце відбивалося в сотнях полірованих золотих дисків, створюючи ілюзію безлічі одночасно палаючих світил бога-сонця, якого пошановували Ехнатон і його піддані.

У похованнях єгипетської знаті археологи знаходять багато мистецьких прикрас і культових золотих предметів. «Відблиски золота спалахнули всюди, ледь бризнув перший промінь... Золото на підлозі, золото на стінах, золото там, у самому віддаленому кутку, де поруч зі стіною стоїть труна, золото яскраве й світле, ніби

[25] Арійські народи мідної доби, поступ яких простежується на величезних теренах від Північної Європи до Південної Азії, також були сонцепоклонниками, що пояснюється їхньою землеробською культурою. У назві золота арійці також застосовували ознаки сонця — індоєвропейське *g'holt* означає «блискучо-жовтий» і одночасно «жаданий», що було використано в германських (*gold*) і слов'янських (*золт* — золото) мовах.

воно тільки-но вийшло зовсім нове з рук золотаря...», — писав один із учасників першого проникнення в могилу фараона, виявлену 1907 року в Долині царів, що біля Фів, на західному березі Нілу.

Щоб наблизитись до бога-сонця, єгипетські фараони оточували себе безліччю золотих виробів, але головні скарби йшли на оздоблення гробниць усередині пірамід. При цьому обшивка золотом стін усипальниць, масивні саркофаги, багате начиння і навіть великі золоті самородки, які залишали у гробницях, свідчать про тонни назавжди похованого коштовного металу. Важливо те, що більша частина золота, видобута за час правління того чи іншого фараона, йшла на оздоблення його гробниці й вилучалася з подальшого обігу. Новому володарю необхідно було організовувати чергові розробки, освоювати наступні золотоносні райони, щоб нагромадити необхідну кількість металу для достойного переходу в царство мертвих. Таким чином, єгипетські сакральні уявлення в поєднанні з безмежною владою фараона і жерців становили один із головних стимулів масового видобутку золота. За оцінками К. Проберза, тільки за часів Давнього Царства (2686–2181 рр. до Р. Х.) у Єгипті було видобуто 850 т золота, що перевищує його сумарний видобуток (за означений час) в усіх інших регіонах світу.

На відміну від єгипетського таарійського культу бога-сонця, в Месопотамії й на Близькому Сході більш поширеним було поклоніння богині родючості й любові Іннін (вона ж Іштар, Астарта), символом якої був місяць. Земним утіленням нічного світила було срібло (ймовірно, колір та блиск цього металу нагадували таємниче місячне сяйво). Богиню Астарту зображали в образі жінки, над головою якої розміщувався півмісяць, характерний для осіннього рівнодення. Походження слова «срібло» пов'язують із запозиченням з асирійської, де назва срібла — «сарпу» тотожна назві місячного серпа. Індоєвропейські народи використовували також назву «аргента», що означає світлий (від нього походить латинське *argentum*). Найбільш давні срібні вироби, датовані серединою V тисячоліття до Р. Х., були виявлені на території сучасного Ірану, Іраку й Туреччини.

Джерела отримання першого срібла достеменно не з'ясовані. Згідно з одними припущеннями (Т. Вертайм, Р. Форбес), металургія срібла виникла у зв'язку з видобутком свинцю зі сполук, де ці метали були разом. Найдавніші рудники з видобутку срібла виявлено на сході Малої Азії, де його вилучали зі свинцевих руд. На думку О. Лукаса, перше срібло потрапило в руки людини у вигляді самородних золотосрібних сплавів із вмістом золота менше 50 %. У природі на чисте самородне срібло натрапляють дуже рідко (навіть порівняно із золотом), причому срібні самородки (іноді значних розмірів) залягають здебільшого в глибинних зонах рудних родовищ, що майже виключає наявність багатих срібних розсипів і потребує розробки руд у гірських масивах.

Організацію масштабних гірничих робіт з освоєння родовищ срібла приписують шумерам і датують першою половиною III тисячоліття до Р. Х. Експлуатувалися родовища Південного Кавказу, Ірану, Малої Азії. Цікаво, що в стародавній шумерській поемі «Енмеркар і правитель Аратти» (середина III тисячоліття до Р. Х.) згадується про постачання в Месопотамію з «розташованої за сімома узгір'ями» країни Аратти срібла, золота, електруму [26], лазуриту й «гірського каміння з їх гір». Згідно з описами місце розташування Аратти могло бути на території Вірменського нагір'я. Знайдений в Еблі (сучасне м. Тель-Мардих, Сирія) унікальний клинописний архів XXIV ст. до Р. Х. свідчить про сталий імпорт благородних металів з Південного Кавказу. До Єгипту, у якого власних родовищ срібла не було, «метал Місяця» (або «біле золото») надходив здебільшого з Месопотамії та Малої Азії, причому його вартість довгий час була вищою за золото. У Східному Середземномор'ї срібло було відоме з середини III тисячоліття до Р. Х., куди воно потрапляло зі Сходу, а вже за кілька століть почалася розробка срібла на західних родовищах Середземноморського рудного поясу.

[26] Електрум — самородна сполука срібла із золотом.

На відміну від срібла, видобуток якого вели в гірських масивах за допомогою підземних виробок, самородне розсипне золото Єгипту було виявлене раніше жильного [27] і тривалий час видобувалось відкритим способом. Імовірно, перші знахідки золотих самородків траплялися рільникам, які обробляли мотиками землі в долині Нілу. Окремі самородки знаходили серед прибережного мулу та піску, оскільки їх яскраво-жовтий колір і незвичайні властивості привертали особливу увагу шукача. З часом єгиптяни винайшли шліховий спосіб промивання уламкового матеріалу в лотках. Ця технологія ґрунтувалась на різниці питомої ваги дрібних уламків гірських порід і металу: на дно лотка осідали важкі мінерали (шліх), у тому числі золоті крупинки, а більш легкі мінерали видалялися водою під час рухів лотка.

Перша операція промивання полягала в замочуванні й перемішуванні взятої проби. При цьому мул і завислі глинисті частинки зносила вода потоку. Одночасно руками намацували значні уламки (гальку, щебінь), відтак розглядали їх, щоб не проґавити самородок. Коли в лотку залишалася лише піщано-гравійна фракція, його трохи нахиляли від себе й надавали зворотно-поступального руху, що вело до активного перемішування суміші. В результаті уламки мінералів розподілялися за питомою вагою, причому більш легкі поступово зміщувались до краю лотка й зривалися з нього, а більш важкі (у тому числі й золото) осідали в центральній частині. Таким чином вдавалося збагатити пробу в сотні разів. Простота промивальних приладів й старательських навиків зовсім не означала, що спосіб промивання був очевидним для кожного, хто починав пошуки золота чи збагачення руд. Навпаки, його ретельно

[27] Слід зазначити, що гірники Балкан, Кавказу, Вірменського нагір'я, які вели розробку мідних руд, могли вже в V тисячолітті до Р. Х. виявити жильне золото й почати його видобуток у гірських масивах. Але знахідки окремих розсипних самородків, імовірно, передували цим подіям.

приховували, з часом втрачали й знов «винаходили» в Середньовіччі, а потім у XVIII ст. [28]

Уже в Давньому Єгипті перед жерцями й шукачами золота поставало питання: «Звідки беруться розсипи золота?» Вибравши його запаси в якомусь місці, старателі просувалися руслом річки вгору, відкриваючи поклади більш давніх і багатих відкладень. Їх розробку вели не тільки на поверхні, але й з невеликої глибини. Надалі пошуки приводили до витоків річок, у гірські масиви, де прадавні шахтарі розпочинали розробку корінних гірських порід, що містили золотоносні (материнські) жили. Поступово зрозуміли, що золоті розсипи в річкових долинах — це продукти руйнування (вивітрювання) золотоносних жил гірських масивів, змитих і переміщених дощовими водами, потоками річок і струмків. У пустелях головною руйнівною силою був вітер. Середньовічний арабський учений Аль-Біруні писав про єгипетські родовища в Нубії: «Гори ці золотоносні й стрімкі, і вода з великою силою несе кусні золота у вигляді схожих на намистини самородків, тому земля Нілу названа "золотою землею" (Нубією). Звідти надходило найбагатше золото».

Давні єгиптяни першими осягнули ці природні явища й використали важливі геологічні знання. Спершу були освоєні доступні розсипи самого Нілу. У пісках цієї річки крупинки самородного золота траплялись по всій довжині (навіть були намиті з осадів дельти поблизу Александрії). Головні ж розсипні родовища були виявлені у Східній пустелі між Нілом і Червоним морем, на схід від міста Фіви. Потужні родовища Нубії (південніше Єгипту) — це розсипи та жильні поклади. Більша частина золотоносної провінції розташовувалась на Нубійсько-Аравійському щиті. Вона була утворена породами протерозойських гнейсів, гранітів і

[28] Автор російського «Гірничого словника» 1841 року видання Г. Спаський писав про те, що якби промивальний лоток у Росії був відомий раніше XIX ст., то розсипне золото Уралу й Сибіру не залишилося б непоміченим, і вся історія його відкриття почалася б не з корінних жил, а з багатющих розсипів.

кристалічних сланців, виходи яких спостерігаються по обидва боки тектонічного розламу, заповненого водами Червоного моря.

Вже у III тисячолітті до Р. Х. гірники рушили у верхів'я Нілу шукати джерела золотоносних розсипів. У гірських районах Нубії єгиптяни почали розробляти кварцові жили, причому глибина гірничих робіт сягала в окремих випадках 120 м. Експлуатаційні виробки влаштовували за простяганням жили, причому їх довжина сягала в окремих випадках 500 м. При цьому доводилося руйнувати дуже міцні граніти й кварци, використовуючи лише кам'яні й бронзові знаряддя. Ймовірно, застосовували також вогневий метод, але нестача деревини (лісових масивів) суттєво обмежувала обсяги його використання. Розміри перерізу виробок були мінімальними (іноді — вузькі лази). Загалом у цьому регіоні було виявлено понад 100 давніх шахт.

Дослідник давніх золотих рудників Африки А. Ерман писав про гірничі пам'ятки єгиптян: «Той, хто просувається кіньми від південного кордону Єгипту на схід, через сімнадцять днів подорожі розпеченою, безводною, гористою пустелею побачить поблизу містечка, яке називають зараз Етураніт, повністю збережені гірничі виробки. Глибокі шахти йдуть усередину гори. Дві цистерни збирають воду зимових дощів. Поблизу розташовані похилі кам'яні столи, що слугували для промивання золотоносної руди. У долині бовваніє близько трьох сотень кам'яних хижок. У кожній залишилось щось на зразок гранітних ручних млинів, на яких колись подрібнювали кварцовий щебінь».

У Луксорі (на території давніх Фів) археологи виявили згорток із переліком 21 золотоносного району, в яких велися гірничі роботи за часів фараона Рамзеса II (1317–1251 рр. до Р. Х.). До цього ж періоду належить унікальна мапа єгипетських золотих рудників, що розташовувались на території Східної пустелі. Ця найдавніша географічна мапа, вік якої понад 3300 років, дістала назву «Туринський папірус» (за назвою міста, в якому зберігається рукопис). Вона відображує план одного з гірничих районів луксорського списку, так звану «Чисту гору» (дивись кольорову вклейку).

На мапі збереглися давні позначки: 1 — дорога, що веде до моря; 2 — гора золота (із зображеними шахтами); 3 — поселення шукачів золота; 4 — стела Мент-Маат-Ра (фараона Сеті I, батька Рамзеса II); 5 — дорога Та-Менті; 6 — гора Амона; 7 — гора, в якій перебуває Амон; 8 — святилище Амона на Чистій горі; 9 — гора, на якій промивається золото; 10 — дорога; 11 — гора золота; 12 — друга дорога, що веде до моря; 13 — зображення колодязя; 14 — оброблене поле (заштриховане). Привертає увагу те, що укладач мапи надав великого значення святилищам бога-сонця Амона (ототожнення верховного бога Ра). Вірогідно, гірники золотих копалень належали до храму Амона-Ра.

Веденню робіт і транспортуванню руди значно перешкоджали відсутність доріг і нестача води (особливо у Східній пустелі). У пошуках води гірники споруджували колодязі небувалої глибини, але не завжди їх робота була успішною. Як правило, справу забезпечення рудників водою брав під свою опіку сам фараон. Воду доставляли з Нілу. До наших часів збереглися сліди трактів, якими численні каравани в'ючних тварин протягом століть доставляли на рудники посудини з нільською водою. Для охорони транспортування золота на Нілі будували фортеці з мобільними військовими залогами, каравани супроводжували спеціальні озброєні загони.

Тривалий період тяжку й небезпечну працю гірників у Давньому Єгипті організовували жерці, а стимулами для неї слугували сакральні уявлення єгиптян. Аналіз багатьох писемних та археологічних джерел свідчить, що ментальність єгипетського суспільства сприймала людину не як індивідуума, а як частку єдиної спільноти, консолідуючи народні зусилля на реалізації релігійного й суспільного обов'язку, служінні божественним намісникам — фараонам. Свого часу це сприяло високим досягненням єгипетської культури, мобілізувало населення на розвиток таких працемістких і небезпечних промислів, як гірництво та металургія.

Пізніше на гірничих роботах почали використовувати військовополонених із Лівії та Нубії, яких єгиптяни називали «живими мерцями» або «живими для вбивства» (що правдиво відображало

жорстоку експлуатацію рабів у рудниках). Дискусійним залишається питання щодо кількості та ролі рабської праці у масштабних проектах Давнього Єгипту (будівництво пірамід, освоєння родовищ корисних копалин). Відомі погляди видатних єгиптологів про те, що «експлуатуюче рабство, яке ми спостерігаємо в римлян, у Єгипті було рідкістю»(Ф. Ванденберг), «від греків поширився міф про рабовласництво як основу єгипетської економіки»(О. Бонджоанні) та ін. Масове й системне використання рабів на рудниках Єгипту (за даними писемних джерел) спостерігалося в часи пізньої античності, особливо під час правління грецької династії Птолемеїв.

На початку II тисячоліття до Р. Х. єгиптяни освоїли очистку (рафінування) золота від домішок інших металів. Для цього в розплав золота додавали свинець, висівки, солому. Домішки відділялися від золота й легко поєднувалися зі здатним до окиснення свинцем, після чого разом виводились із розплаву. У ті ж часи у Єгипті було віднайдено спосіб золочення полум'ям (покриття мідних поверхонь тонким шаром золотосвинцевого розплаву). До цього широко використовувалась техніка розковування золотих листів ручними молотами на кам'яній основі, причому «золочення»полягало у щільному обгортанні виробу з міді, дерева або гіпсу в тонко розковані золоті листи. Давньоєгипетські ювеліри володіли умінням виковувати золотий дріт, робити спайку ювелірних виробів, наносити емаль, виготовляти сплави золота зі сріблом і сульфідом заліза. Ювелірні прикраси були поширені майже в усіх прошарків населення, оскільки, крім естетичних властивостей, їх наділяли магічною силою.

У період першої династії (3065–2890 рр. до Р. Х.) було зроблено важливий крок на шляху розвитку товарних відносин, які ґрунтувалися на використанні золота як мірила вартості. Під час правління фараона Менеса (Хор-Аха) було запроваджено практику клеймування золотих зливків, що забезпечувала гарантії їх ваги й проби [29]. Крім того, у зазначений період у Єгипті виготовляли типові

[29] Є свідчення, що в III–II тисячолітті до Р. Х. у Месопотамії також були в обігу клеймовані зливки, виготовлені зі срібла.

золоті кільця вагою 7,5 та 15 г, які використовувалися як засіб торговельного обміну. Ці «фінансові» досягнення на багато століть випередили свій час і досвід інших народів у пошуках універсального засобу обміну.

Давні єгиптяни видобували золото не тільки в Єгипті та прилеглих територіях (сучасні Судан, Ефіопія), але й на Піренейському півострові, куди споряджали численні експедиції.

Слід зазначити, що єгиптяни не були самотні в пошуках «металу сонця». З давніх часів їм складали в цьому конкуренцію народи Балкан, Карпат (зокрема Трансільванії) і Кавказу, де також формувалися потужні центри з видобутку золота. Зауважимо, що освоєння жильних руд золота в гірських масивах Південного Кавказу відбулося майже на два тисячоліття раніше, ніж на єгипетських розробках родовищ Нубії. При цьому послідовність в освоєнні розсипних і жильних родовищ Кавказу також відрізнялась від єгипетського досвіду (широка розробка розсипних родовищ розпочалася на Кавказі пізніше, ніж освоєння жильних руд). Це пояснюється сталими, дуже давніми традиціями видобутку в горах Південного Кавказу виробничих металів, що дозволило знайти й поклади жильного золота. Давні золоті рудники, виявлені на території Вірменії та Грузії, датують III тисячоліттям до Р. Х. (копальні Кадабецького та Мегринського родовищ), хоча знайдені на Південному Кавказі окремі золоті вироби відносять до більш ранніх часів (V тисячоліття до Р. Х.).

У Східній Вірменії в районі Зангезуру (лівий берег річки Мегрі) на сучасному руднику Тертерасар було виявлено розгорнуту мережу давніх виробок, що пронизували найбільш багату на золото верхню частину родовища (розробки датовані кінцем IV — початком III тисячоліття до Р. Х.). Розкриття рудного покладу давні гірники здійснювали за допомогою похилих стовбурів, які на певних глибинах переходили в горизонтальні експлуатаційні виробки. Довжина стовбурів становила 80–90 м. Від них відходили добувні штреки й ніші. Розробку вели у зворотному напрямку, погашаючи відпрацьовану частину виробок. У руднику було знайдено кам'яні

сокири, рубила, залишки кріплення у вигляді опорних кам'яних конструкцій, а також рештки давніх гірників, завалених породою. Не менш цікавою пам'яткою гірництва є золотий рудник Мандеульського родовища у Південній Грузії, датований III тисячоліттям до Р. Х. Видобуток жильного золота на цьому родовищі тривав кілька століть.

Припускають, що розробку розсипного золота на Південному Кавказі вели з початку II тисячоліття до Р. Х. Одним із найхарактерніших способів видобутку золота в численних річкових потоках Кавказу було використання шкур тварин, у вовнинках яких затримувалися крупинки металу. Натягнуту на дошку овечу шкуру (вовною догори) розташовували на дні бурхливого потоку, що ніс із собою дрібноуламковий матеріал. При цьому глинисто-піщану суміш та уламки породи зносило течією, а більш важкі металеві частинки осідали на шкурі й затримувались у вовні. Таку шкуру потім просушували й вибивали з неї крупинки золота. Ця технологія була досить поширеною у Колхіді (Західна Грузія), значний видобуток золота в якій багато разів згадували античні автори. Золото Колхіди залишилось у пам'яті людства завдяки неперевершеному давньогрецькому міфу про аргонавтів, який більше трьох тисячоліть привертає увагу до «золотого руна».

Між країнами давнього світу, що прославилися багатим видобутком золота, помітно виділяється біблійна країна Офір. Загалом золото згадується в Біблії понад 400 разів, що свідчить про величезне значення цього металу в житті давніх народів. Більшість згадок пов'язана з ім'ям мудрого й багатого царя Соломона, який правив давнім Ізраїлем на межі II і I тисячоліття до Р. Х. У Першій книзі Царів описано величезні багатства [30] Соломона й золоте начиння збудованого ним храму. Це зумовило появу питання про походження коштовних металів його скарбниці.

[30] Дослідження Кумранських згортків, у яких, між іншим, містився перелік багатств царя Соломона, дозволили обчислити загальну кількість дорогоцінних металів, якими він володів — 65 т срібла й 26 т золота.

У Біблії йде мова про те, що на узбережжі Червоного моря неподалік від Ейлата цар Соломон мав свою корабельню, де збудував великі судна. Допомагали йому в цьому фінікійці, найкращі мореплавці свого часу, які й увійшли до команд цих кораблів. «І послав Гирам (цар Фінікії, союзник царя Соломона. — *Авт.*) на тих кораблях своїх підданих мореходів, що з морем обізнані були, вкупі з підданими Соломоновими, і прибули вони в Офір, і взяли звідти золота чотириста й двадцять талантів [31], і привезли до царя Соломона» (Перша книга Царів, 9: 27, 28). Далі в біблійному тексті повідомляється, що надходження золота й коштовного каміння з країни Офір стали регулярними, флот вирушав туди «щотри роки», «і було в золоті, що приходило до Соломона, ваги шістсот шістдесят і шість талантів».

Є різні гіпотези щодо ототожнення країни Офір з відомими золотовидобувними центрами [32]. Одна з найбільш імовірних — золото доставляли з Ефіопії, куди воно потрапляло з розробок родовищ у верхів'ях Нілу. Підкреслимо, що першим із європейців, хто потрапив на ці віддаленні від цивілізації території, був наш земляк, виходець із слобожанської шляхти, вихованець Харківського

---

[31] Один талант дорівнює 16,8 кг.

[32] Під країною Офір мали на увазі Ефіопію, Ємен, Індію, Південну Африку (Зімбабве). Остання версія була дуже поширена після відкриття в 1867 році німецьким геологом К. Маухом руїн давнього комплексу кам'яних споруд — Великого Зімбабве (у перекладі «великі кам'яні будинки», до речі — єдині давні кам'яні споруди на всій території чорної Африки). Через чотири роки між річками Замбезі та Лімпопо знайшли родовища золота, що підтверджувало ймовірність існування тут ізраїльсько-фінікійської колонії з видобутку коштовних металів і каменів. Свідченням цього вважали й віднайдені поблизу руїн статуї великих птахів, подібних до характерних фінікійських зображень. Проте дослідження 1929 року, проведені англійською експедицією К. Кейтон-Томсон, довели, що вік існування Великого Зімбабве — II–XVI ст. нашої ери, тобто воно не могло бути країною Офір. Поширенню «зімбабвійської версії» сприяв уславлений роман Г. Хаггарда «Копальні царя Соломона».

університету, видатний гірничий інженер і геолог Єгор Ковалевський [33]. Уряд Російської імперії кілька разів відряджав цього досвідченого спеціаліста на пошуки корисних копалин у Чорногорію, Середню Азію, Китай, Єгипет (загалом він здійснив тринадцять місій). На прохання володаря Єгипту Мохаммеда-Алі експедиція Ковалевського в 1848 році успішно провела пошуки розсипного золота й збудувала золотопромивну фабрику на Туматі (притока Голубого Нілу). Арабське прислів'я, натякаючи на багате золото, стверджує, що витоки Нілу лежать у раю. Із власної ініціативи Є. Ковалевський разом із частиною експедиції вирушив на пошуки країни Офір у верхів'я Тумату (Ефіопське нагір'я), де знайшов ознаки давніх розробок і багатих корінних родовищ золота. Наукові результати експедиції були покладені в основу новаторської (для свого часу) праці Є. Ковалевського «Нільський басейн у геологічному відношенні й золотовмісні розсипи Внутрішньої Африки» (1849 р.).

Ще однією біблійною вказівкою на давні багаті розробки золота є епізод прибуття в Єрусалим цариці Савської з великим почтом і численними дарами. «Прибула ж вона в Єрусалим з вельми великим двором, а верблюди несли пахощі й багато золота та коштовного каміння... І подарувала вона цареві сто й двадцять талантів золота...» (Перша книга Царів, 10:2, 10).

На відміну від країни Офір, географічне розташування давньої країни Саба відоме — це південна частина Аравії (сучасні Ємен та Оман). Йдучи за біблійною підказкою, американський археолог К. Твітчел у 1932 році дослідив давні покинуті розробки Джебель-Махд-ед-Джахаб (з арабської — «золота колиска», натяк на

[33] Брат геолога Євграфа Ковалевського, який здійснив перше наукове геолого-стратиграфічне дослідження Донецького басейну, склав його геологічну карту і дав саму назву «Донецький кряж» (по річці Сіверський Донець). Надалі Євграф Ковалевський обіймав посаду міністра освіти Російської імперії й багато зробив для цензурного дозволу «Кобзаря» Т. Шевченка.

золотопромивний лоток). Він дійшов висновку, що в I тисячолітті до Р. Х. тут велися масштабні розробки золота, які тривали й у більш пізні часи. Проте золото було вибране не повністю, а величезні породні відвали обіцяли значний вміст коштовного металу. Заручившись підтримкою еміра Сауда, К. Твітчел заснував синдикат із вторинної переробки відвалів давніх рудників, який у 1937–1951 рр. видобув понад 60 т чистого золота. Таким чином, більш сучасна гірнича техніка й збагачувальне обладнання виявилися здатні оживити давні рудники, що багаторазово траплялося в історії гірництва.

Розробки золота в країнах Південної та Східної Азії дещо поступалися в часі й масштабах видобутку основним світовим центрам. Вважають, що організований видобуток золота в Індії та Китаї розпочався у II тисячолітті до Р. Х. і зосереджувався на розсипах річкових долин. Зокрема в Індії це басейн Гангу та річки Центрального Індостану. Застосовували промивання річкового піску в лотках. Цей спосіб індуси зберігали протягом тисячоліть. Золото згадується вже в індійських Ведах. З середини II тисячоліття до Р. Х. золоті прикраси використовували як своєрідний грошовий еквівалент. Геродот свідчить, що індійські сатрапії платили золотом данину Ахеменідській імперії і наводить приклад величезної данини — близько 9 т на рік. Крім видобутку розсипного золота, розробляли й жильні родовища, які зосереджувались у гірських масивах північних відрогів Гімалаїв та в Тибеті, а також на півдні — біля Ченнаї (колишнього Мадрасу).

У Китаї не було своїх багатих розсипних чи корінних родовищ золота, тому його видобували в різних місцях із бідних розсипів наполегливою працею, а також завозили з Алтаю та Індії. Не виключена також можливість давньої розробки багатих амурських розсипів, масштабні сліди якої були виявлені першими російськими дослідниками цього краю (питання датування цих гірничих робіт залишається дискусійним). Під час археологічних досліджень поховань давніх китайських володарів XIV–XII ст. до Р. Х. виявлено велику кількість предметів із бронзи, золота та коштовного

каміння, що свідчить про широке використання благородних металів вищою знаттю, починаючи з середини II тисячоліття до Р. Х.

Серед найбільш давніх золотоносних провінцій Далекого Сходу виділяється Південний Індокитай, зокрема півострів Малакка, який Птоломей називав «золотим островом». Велася відкрита розробка алювіальних розсипів у Західній Малайзії. Підземним способом розробляли гірські масиви в районі малайзійського Головного хребта (корінне родовище самородного золота Рауб та поліметалічні поклади із вмістом благородних металів). Золото потрапляло також із навколишніх островів. Відстежити час початку розробок для більшості родовищ Південно-Східної Азії вельми складно.

Висновки. Золото могло бути першим металом, освоєним людиною. Воно значно вплинуло на розвиток суспільних відносин, оскільки широко використовувалось у культовій діяльності давніх народів, відігравало функцію скарбу (накопичення й збереження вартості праці), слугувало еквівалентом обміну (роль грошей). Зосередження золотих запасів впливало на розвиток державних відносин і напрями воєнних експансій, а пошуки нових багатих родовищ — на відкриття й освоєння віддалених територій.

Величезна потреба у благородних металах зробила їх пошук і видобуток одним із найбільш пріоритетних напрямів розвитку гірництва. Технологія видобутку золота визначалася типом родовища (розсипне чи жильне). Основним способом розробки розсипних родовищ було промивання пісків і уламкового матеріалу в лотках. Видобуток жильного золота проводили підземним способом, спрямовуючи гірничі виробки уздовж простягання жили. Зазвичай спершу освоювали розсипні родовища, а потім рушали до їх джерел — жильних покладів у гірських масивах (характерний приклад — освоєння золота в Давньому Єгипті). У гірських місцевостях з давніми видобувними традиціями гірники могли натрапити на жильне золото раніше, ніж мешканці річкових долин на його розсипи, ось чому в окремих випадках підземна розробка передувала відкритій (Південний Кавказ, Урал тощо).

3. ДОБА РАННЬОГО ЗАЛІЗА

У розділі: *метеоритне залізо; властивості кричного заліза й початки його виробництва з руд; конструкції перших горнів; технології навуглецьовування; роль заліза у поступі людства; головні центри залізного промислу та їх розвиток; історична географія видобутку благородних металів у часи античності; основні технології розробки та збагачення; амальгамація та ртутний промисел.*

3.1. Освоєння й поширення заліза

Скільки покинутих нив оживляло натомість залізо!
Життєвий шлях на землі людям відкрило воно.

Клавдій Намаціан

Початки металургії заліза

Початки металургії заліза датують XVII–XVI ст. до Р. Х., хоча залізні вироби були широко розповсюджені значно пізніше, лише в IX–VII ст. до Р. Х. Протягом тривалого часу спостерігається період конкурентного «співіснування» виробів із бронзи та заліза, коли «добре залізо» було великою дивиною. Нестача якісного заліза спричинила період біметалізму, коли частини виробів виготовляли з різних виробничих металів, а холодну зброю, захисні лати, кінську упряж ще тривалий час виготовляли з бронзи [34]. Бронза залишалася основним металом скульпторів античного світу, причому окремі витвори мистецтва вражали своїми розмірами й матеріаломісткістю. Так, гігантська статуя Геліоса в Родосі (одне із семи чудес світу, за Антипатром Сидонським) мала у висоту близько 33 м й була покрита листами з бронзи. Обсяги розробки мідних руд і виплавлення міді продовжували зростати протягом

[34] Цікаво, що зброя учасників Троянської війни (XIII ст. до Р. Х.), описана Гомером в «Іліаді», була виключно бронзовою, а в армії Александра Македонського (IV ст. до Р. Х.) хоча й домінувала залізна зброя, але ще траплялися численні бронзові знаряддя та їх окремі елементи.

залізного віку, тобто мідь не зникла з ужитку людей, хоча домінуючим металом поступово ставало залізо.

Дослідники властивостей давнього металу свідчать про міцнісні переваги бронзи на перших етапах освоєння заліза. Пояснення цього факту пов'язане з недосконалою технологією виробництва заліза шляхом сиродутного процесу, коли відбувалося пряме відновлення заліза з руди (без витоплення). При цьому продукт, який одержували, являв собою безформний просякнутий шлаком пористий шматок заліза, так звану крицю. Задля видалення шлаку крицю багато разів проковували й отримували врешті-решт досить м'який метал — «в'язке залізо» [35]. Для того щоб конкурувати з бронзами [36] (міцність яких була зіставна), залізні вироби піддавали навуглецьовуванню, але технології цих процесів тривалий час були маловідомі (їх зберігали як велику таємницю), тому домогтися високої якості металу вдавалося лише зрідка, хоча деякі майстри стародавнього світу досягали дивовижних результатів.

Іншою особливістю, що стримувала застосування кричного заліза, була потреба виковувати вироби, тоді як розплавлена бронза дозволяла здійснювати звичний процес їх відливання. Литво давало однаковий склад сплаву й стабільність властивостей металу у виробах. Куванням не завжди вдавалося забезпечити повне видалення шлаків і рівномірний розподіл вуглецю у масі заліза. Це призводило до зниження якості металу, наявності слабких місць за крихкістю, міцністю, корозійною стійкістю.

На відміну від перших виробничих металів (міді та бронзи), що, порівняно з каменем, відкрили принципово нові можливості у виготовленні знарядь війни та праці й забезпечили їх значну перевагу, роль першого кричного заліза в технічному вдосконаленні виробів значно скромніша. Проте була переконлива підстава для поширення саме залізних виробів, яка й зумовила появу

---

[35] Уявлення про якість такого заліза дають властивості звичайного цвяха.

[36] Міцнісні властивості бронзи високої якості були близькі до сучасної сталі Ст5.

залізного віку. Вона ґрунтувалася на широкому розповсюдженні родовищ залізних руд (магнетиту, гематиту, сидериту тощо) та на легкодосяжності поверхневих покладів (магнетитових пісків, лугових і озерних руд бурого залізняку). Завдяки цьому залізо стало найбільш доступним, поширеним і дешевим із виробничих металів, що сприяло масовому виробництву знарядь праці. Саме ці обставини вможливили інтенсивний розвиток землеробства та сприяли відомим суспільним перетворенням I тисячоліття до Р. Х.

Письменник і вчений пізньої античності Пліній так висловився про роль заліза: «Рудокопи заліза видобувають для людини найкраще й найзлісніше знаряддя. Цим знаряддям прорізаємо ми землю, висаджуючи кущі, обробляємо плодоносні сади й, обрізаючи дикі виноградні лози, примушуємо їх щоразу омолоджуватися. Цим знаряддям зводимо ми будівлі, руйнуємо камінь і використовуємо залізо на всі подібні потреби. Але тим же самим залізом вчиняємо війни, битви, грабунки й користуємося як зброєю не тільки віч-на-віч з ворогом, але й як летючим снарядом, що я вважаю злочинною підступністю людської винахідливості, бо для того, щоб смерть спостигла людину, ми зробили її крилатою і надали залізу крила. Хай провина за це буде приписана людині, а не природі».

Самородне залізо у вигляді метеоритів люди знали вже за кілька тисячоліть до Р. Х. і розуміли його космічне походження (у давніх мовах назва метеоритів пов'язана з небом). Найдавнішими виробами, виготовленими із метеоритного заліза шляхом холодного кування, є єгипетське намисто (близько 3800 р. до Р. Х.) та кинджал із шумерського Ура (близько 3100 р. до Р. Х.), що дійшли до наших днів.

Самородне залізо земного походження (ферит) зрідка трапляється у вигляді пилоподібних вкраплень (здебільшого не помітних для ока) у вулканічних породах, найчастіше — базальтах. Воно не могло бути предметом систематичної розробки давніх гірників, оскільки його обсяги були для цього замалі, а технології вилучення пилоподібних залізних частинок із базальтів ще не винайшли. Майже єдиний геологічний виняток становить родовище

у Гренландії, де сталось унікальне геологічне явище: подібно до процесу штучного витоплення залізна руда за високої температури пройшла крізь поклади вугілля й утворила готове залізо у вигляді металевого масиву. Але цей «подарунок природи» було виявлено відносно нещодавно й він не міг вплинути на історію освоєння заліза.

Оскільки в залізних рудах ніколи не було помітного для ока самородного заліза (на відміну від мідних руд із вкрапленими самородками міді), то пов'язати ці мінерали з можливістю витоплення металу було дуже важко. Природа в залізній руді немов намагалася замаскувати метал міцними зв'язками з киснем і сторонніми домішками, а «визволення» заліза з їх полону потребувало особливих технологічних рішень. Це спричинилося до відносно пізнього відкриття металургії заліза. Встановлено, що гірники Давнього Єгипту, які проводили підземні роботи в горах Синаю та в Іберії, іноді натрапляли на поклади залізних руд, але залишали їх поза увагою як некорисні гірські породи. Зафіксовано, що в середині III тисячоліття до Р. Х. на одному з іберійських рудників гірники пройшли крізь масивне залізорудне тіло, щоб розпочати розробку долішньої малахітової жили. Їх цікавили лише руди міді та олова.

Найбільш обґрунтованою версією отримання першого металу із залізних руд є спроби додавання їх до складу шихти мідних витопів як флюсу або лігатури. Використання залізних руд як флюсів (шлакотвірних домішок) дало позитивний ефект. За даними археолога Б. Ротенберга, структурні дослідження стародавніх залізних браслетів, виявлених у Тімні, свідчать, що залізо для їх виготовлення з'явилось у процесі витоплення міді й було побічним продуктом використання залізної руди як флюсу. Достеменно встановлено, що це залізо вийшло з мідеплавильної печі.

Спроби використати залізну руду як лігатуру, тобто під час витоплення бронзи замінити олово залізом, не привели до бажаного результату. Виплавити із залізної руди рідкий метал не вдалося, оскільки температура його плавлення (1539 °С) не могла бути досягнута в недосконалих печах давніх металургів. Але ці спроби

увінчались отриманням кричного заліза, яке навчилися розковувати й надавати йому форми потрібних виробів.

Характерно, що в первинний період освоєння заліза не ставилось завдання перевершити бронзу за міцністю, оскільки властивості бронзи відповідали будь-яким технічним запитам свого часу. Тому версія щодо широкої розробки заліза як пошуку більш ефективного нового матеріалу залишається маловірогідною. Припускають, що ототожнення отриманого кричного металу з відомим із давнини метеоритним залізом високої якості сталося не відразу, але розуміння цього факту відкрило значні перспективи для вдосконалення кричного заліза.

Велике значення для освоєння заліза мали конструкції металургійних печей (горнів [37]), прототипом яких могли слугувати печі для виплавлення міді. Спочатку використовували невеликі ямні заглибини, які вимощували глиною. У них закладали шихту (суміш залізної руди з деревним вугіллям) та за допомогою штучного дуття повітря досягали температур, що забезпечували процес відновлення оксидованого заліза (700–800 °С) й розтоплення домішок (до 1200 °С). Технічна недосконалість одноразових горнів ямного типу пояснювалась малим робочим об'ємом печі, відсутністю шлаковипуску та низькою продуктивністю (первісні печі давали менше 1 кг заліза за плавку). Для усунення цих недоліків були створені печі у вигляді наземних конусних споруд, конструкції яких з часом оснастили шлаковипуском. Практичне значення цього рішення полягало у звільненні робочої зони горна від накопиченого шлаку безпосередньо в процесі витоплення, що вможливлювало кількаразове завантаження печі шихтою. Таким чином, зберігши невеликий об'єм печі (що було зумовлено обмеженими можливостями дуття повітря й підтримання високої температури), вдалося багаторазово збільшити вихід продукції. Уявлення про вигляд і будову конусних горнів залізного віку дають реконструкції

[37] Горно (горн) — слов'янський термін, споріднений з давньоіндійським, який означає «місце вогню».

виявлених археологами давніх печей, а також горна деяких африканських племен, технологічний рівень яких навіть у XX ст. залишався наближеним до металургії давнього світу.

Важливим кроком у розвитку металургійних технологій стало навуглецьовування заліза. Численні спроби покращити його міцнісні властивості привели до винайдення способу, за якого шматок прокованого кричного заліза повторно розжарювали в печі з деревним вугіллям (при цьому вуглець проникав у верхній шар металу), а потім охолоджували у воді, що сприяло закріпленню елементів вуглецю в залізі. Далі проводили перековування металу, яке розподіляло вуглець із верхнього шару по всьому об'єму матеріалу, й знов поміщали в піч із деревним вугіллям. Такий кількаразовий переділ заліза наближав його за якістю до сталі. Емпіричним шляхом, без розуміння фізико-хімічних процесів, що відбувалися в металі, були освоєні методи цементації (насичення поверхневих шарів залізних виробів вуглецем) та гартування (нагрівання й швидкого охолодження для фіксації необхідного стану матеріалу).

Нові технології дозволили отримати метал, близький за своїми властивостями до бронзи, і навіть подеколи — створити знаряддя праці та зброю небаченої раніше міцності й гостроти. Найдавніша письмова згадка про якісне осталене залізо збереглася на глиняній табличці 1400 р. до Р. Х., створеній у Північній Месопотамії. Всього на 15 років молодший лист хетського царя Хаттушиля до єгипетського фараона Тутанхамона з обіцянкою виготовити «добре залізо» й надіслати його до Єгипту.

Найдавніші центри залізного промислу

Однією з перших територій зародження металургії заліза вважається Східне та Південно-Східне Причорномор'я, регіон розселення картвельських племен, яких іноді ототожнюють із відомими з античних джерел халібами. На території Колхіди (Західна Грузія) дослідниками (під проводом Д. Хахутайшвілі) було виявлено найдавніший центр металургії заліза з численними об'єктами

розробки руд та залізоплавильними майстернями, найбільш ранні з яких датують XVIII–XVI ст. до Р. Х. Первісними рудами були гематит (червоний залізняк) і магнетитові піски, які розташовувались за кілька кілометрів від морського берега.

Початки освоєння заліза були пов'язані з особливою ситуацією, що склалася в першій половині II тисячоліття до Р. Х. у багатому на гірничі досягнення регіоні Південного Кавказу. Місцеві арсенові та стибієві бронзи поступалися олов'яним. Власного олова не було. Експедиції, що вирушали на його пошуки в гірські регіони Європи, не знаходили родовищ каситериту. У цій загрозливій ситуації основні зусилля гірників Кавказу були зосереджені на пошуках нових руд і технологій, які змогли б замінити традиційні способи отримання бронзи. Додатковою мотивацією слугувало вичерпання легкоплавких мідних руд і потреба працемісткої переробки сірчистих (сульфідних) мінеральних сполук. Взаємовпливи цих факторів, підсилені величезним досвідом і знаннями спільноти гірників Південного Кавказу, з часом привели до епохального відкриття металургії заліза.

Колхіда протягом тривалого часу постачала залізо не тільки в сусідні регіони Кавказу, але й у країни Східного Середземномор'я, в тому числі Егейського світу. У «Міфі про аргонавтів» згадуються гірники Колхіди: «Вони не орали землю, не саджали плодових дерев, не пасли стада на тучних лугах; вони видобували руду та залізо з необробленої землі й вимінювали на них необхідні харчі. День не починався в них без тяжкої праці, у темряві, огорнені густим димом, проводили вони, працюючи, свій день». Геродот, Ксенофонт, Есхіл також оповідали про плем'я ковалів-халібів, які оволоділи технологіями «доброго заліза».

Не випадково розгніваний Зевс повелів прикувати Прометея в горах Кавказу, в «залізоробному краю». Саме там, згідно з релігійно-міфічними уявленнями античного світу, Прометей відкрив людям метали й дав вогонь, чим урятував від замисленого Зевсом знищення. У трагедії Есхіла «Прометей закутий» головний герой зазначає:

Це все від мене. Хто посміє мовити,
Що глибоко попід землею сховані
Скарби — залізо, мідь, срібло і золото –
Він [38] на вигоду людям, а не я, знайшов?...
Від Прометея всі в людей умілості.

За ці «злочини» Гефест прикував Прометея на вершині Казбеку, куди щодня прилітав орел і викльовував мученикові печінку.

За горами гори, хмарою повиті,
Засіяні горем, кровію политі.
Споконвіку Прометея
Там орел карає..,

— писав Т. Шевченко у поемі«Кавказ».

До середини II тисячоліття до Р. Х. вартість «доброго заліза» була паритетна з вартістю золота, а іноді й перевищувала його. Збереглися відомості, що за часів славетного вавилонського царя-законодавця Хаммурапі (XVIII ст. до Р. Х.) залізо (здебільшого метеоритне) було у 8 разів, а золото — лише в 6 разів дорожче за срібло. У середині XVIII ст. до Р. Х. перший хетський правитель Анітта з міста Куссара отримав як подарунок від володаря малоазійського міста Пурушханда дорогоцінний трон і скіпетр, зроблені із заліза. У той час залізо було металом виключно царів і храмів. Це підтверджує письмова згадка про осталене залізо на глиняній табличці 1400 року до Р. Х., що була виявлена в Північній Месопотамії (територія давньої країни Мітанні). Текст на ній сповіщає, що цар країни Мітанні надіслав єгипетському фараонові Аменхотепу II «разом з 318 наложницями кинджали й кільця з осталеного заліза». Невдовзі царство Мітанні було завойоване хетами, які утворили величезну державу, що контролювала Малу Азію, Північну Месопотамію, Південний Кавказ і Вірменське нагір'я (всі основні осередки виробництва заліза). Протягом кількох століть

[38] Тобто Зевс.

хети зберігали таємницю нових технологій і монополію торгівлі осталеним залізом. Наприкінці II — на початку I тисячоліття до Р. Х. металургія заліза з Південного Кавказу й Малої Азії поширюється шляхом торговельних і політичних союзів, військових експансій та переселень народів у країни Близького Сходу, Егейського світу, Північного Причорномор'я.

Західний напрямок поширення металургії заліза був нерозривно пов'язаний з територією Європи. Давні греки досить швидко зрозуміли вигоди й перспективи нового металу, особливо для масового виготовлення сільськогосподарських знарядь.

Поруч із традиційною назвою метеоритного тазвичайного заліза «зідейрос»(зоряний, тобто з зірок) греки уживали для визначення якісного металу назву «адамас»(непереможний), що відображало неперевершені якості сталі. Пізніше ця назва перейшла до алмазу.

Залізообробка та виготовлення залізних виробів досягли у грецьких полісах значного розвою, хоча безпосередньо виробництво «доброго заліза» тривалий час не мало успіху, й Еллада імпортувала його з Кавказу, а також від більш досвідчених у металургії кіммерійських, скіфських і кельтських племен. Завдяки витворам мистецтва, що фіксували ковальську майстерність, літературним описам (Гомер, наприклад, згадує залізо в «Іліаді» та «Одіссеї» сорок вісім разів), натурфілософським працям, релігійній міфології Давня Греція залишилася в історичній пам'яті як потужний центр продукування й поширення залізних виробів.

Культ бога вогню, плавильного й ковальського мистецтва Гефеста був одним із найвпливовіших. Художня традиція зазвичай зображувала його в кузні, серед гірничих виробок. «Енеїда» Вергілія подає грандіозний опис підземної кузні Гефеста, де він виковував Зевсові блискавки, а також зброю Енею. Цікаво, що греки та римляни, які спостерігали виверження вулканів (зокрема на Ліпарських островах, на Сицилії та ін.), вважали їх трубами підземних кузень Гефеста (Вулкана), що й дало назву цим геологічним об'єктам. Шлюб бога-коваля Гефеста з богинею кохання та краси

Афродітою розкривав спробу античної культури міфологічно осмислити плідне поєднання технологічних і природних (біологічних) можливостей людини.

Важливу роль у розвитку металургії заліза та виробництві залізних знарядь відіграло Північне Причорномор'я. Провідниками культурного прогресу у Східній Європі XI–VII ст. до Р. Х. були кімерійці, які кочували від Кавказу до Фракії (здебільшого степами Південної України) й вели завойовницький спосіб життя, що потребувало ефективної зброї. Контакти з античним світом (описані Гомером в «Одіссеї» та Геродотом в «Історії»), військові вторгнення на Кавказ (зокрема в Колхіду) та в Малу Азію дозволили кімерійцям не тільки оволодіти відомими технологіями обробки заліза, а й довести свою сталеву зброю до високої досконалості. Найбільшої слави зажили кімерійські мечі, напрочуд вдалі за формою й розмірами (довжина клинка трохи перевищувала 1 м). Вважають, що вони першими перевершили кращі зразки бронзової зброї. Це свідчить про те, що кімерійські зброярі освоїли технології цементації, ковальського зварювання й інші, відомі лише їм секрети якісної обробки заліза. Частина кімерійців, витіснена скіфами з території сучасної України, мігрувала в Центральну Європу, що сприяло розвитку металургії заліза гальштатської культури.

У VII ст. до Р. Х. Північне Причорномор'я було завойоване скіфами, які запозичили й удосконалили місцеве виробництво «доброго заліза» та якісної зброї (бойові сокири й мечі). У скіфів уперше з'являється принципово новий тип плавильного горна — наземна сиродутна піч із шлаковипуском. Ця стаціонарна конструкція відкрила новий етап у розвитку металургії. Завдяки високій продуктивності було ліквідовано нестачу заліза й суттєво знижено його вартість. Велику кількість залишків металургійних і ковальських промислів скіфського часу виявлено в Кам'янському городищі поблизу Нікополя, на Шарпівському городищі, в Лютежі, Пилипенковій Горі, Лопатній, Ремізівці й на інших археологічних об'єктах України.

Скіфське залізо було широко відоме не тільки на території Східної Європи, а й у грецькому світі. «Батько трагедії» Есхіл згадує його в п'єсі «Семеро проти Фів»:

Скіфська сталь, зла чужоземка,
Кидає сьогодні жереб.
Ділить батьківський доробок
Згубне, безжальне залізо.

Питання про сировинну базу скіфського заліза залишається дискусійним. Вважають, що руди бурого залізняку (лугові й болотні поклади) могли надходити з території Українського Лісостепу, а червоний і магнітний залізняки — з Кавказу. Ця версія значною мірою ґрунтується на тому, що кочові племена скіфів (як і попередні кімерійці) не мали власних традицій гірництва, необхідного досвіду й спеціальних знань для розробки підземних родовищ.

З іншого боку, спектральний аналіз багатьох скіфських виробів свідчить, що сировиною для їх виготовлення були мінеральні утворення, подібні до залізних руд Криворізького басейну. Оскільки частина покладів розташовувалась тут на незначних глибинах (досі ведеться їх відкрита розробка), а численні річки, байраки та яри перетинали рудні тіла й розкривали виходи багатих руд, то пошуки родовищ і організація гірничих робіт могли здійснюватися навіть невеликою кількістю рудознавців. Не виключено, що це були бранці скіфів або гості, запрошені з Кавказу. Свідчення стародавньої розробки залізної руди у Криворізькому басейні й залишки плавильних печей були виявлені С. Конткевичем ще в другій половині XIX ст. Зокрема ним подано опис стародавньої гірничої виробки у гирлі балки Червоної. 1949 року Б. Граков виявив залишки рудні скіфських часів у Гайдамацькій печері Дубової балки. Тут же було знайдено дві плавильні печі. Це свідчить про можливість розробки залізних руд Криворізького басейну вже у скіфські часи, що, однак, не виключає шляхів отримання скіфами руд з інших регіонів.

У Центральній Європі від бронзи до заліза перейшли на початку IX ст. до Р. Х. племена іллірійців та кельтів (галлів), які утворили розвинуте господарство на базі поширеного гірництва та металургії. Численні соляні шахти, мідні й залізні рудники, металургійні центри визначили гальштатську [39] культуру, що залишила різноманітні пам'ятки з бронзи та заліза, які співіснували кілька століть. Із середини I тисячоліття до Р. Х. у Центральній і Західній Європі металургію заліза розвивали кельти, які заклали підвалини латенської [40] культури залізного віку. Їхні поселення зазвичай виникали поблизу розвіданих покладів залізних руд. На відміну від греків і римлян, кельтські гірники були одночасно металургами й ковалями й забезпечували весь технологічний процес від пошуку руд до виготовлення залізних виробів. Можливо, завдяки цьому вони першими розпочали цілеспрямовану розробку залізомарганцевих руд, зрозумівши роль марганцю у виробництві якісних сталей. Освоєння кельтами таких регіонів, як Каринтія та Штирія (Австрія), Зігерланд (Німеччина), Більбао (Іспанія), де залягали багаті на марганець залізні руди, дозволило їм отримати безперечні переваги у виробництві «доброго заліза» на значній території Європи.

Оригінальний спосіб осталення заліза іберійськими кельтами описав в «Історичній бібліотеці» Діодор Сицилійський: «Вони закопували ковані залізні пластини в землю й тримали їх там доти, поки іржа не роз'їдала всі слабкі місця. Із більш міцних частин, що залишились, вони виковували свої неперевершені мечі й іншу зброю. Виготовлена таким чином зброя різала все, що траплялося на її шляху, бо ні щит, ні шолом, ні тим більш тіло не могли

[39] Гальштат — давнє поселення у Верхній Австрії, центр соляного й рудного промислу I тисячоліття до Р. Х. Примітно, що основні артефакти цієї археологічної культури були відкриті в середині XIX ст. розвідками під керівництвом директора соляних шахт Гальштата, фахового гірника Г. Рамзауера.

[40] За назвою швейцарського міста Ла Тен, де було знайдено численні археологічні артефакти давньої культури.

протистояти цій зброї, настільки великі переваги такого заліза». Це був перший спосіб легування металу: іржа виїдала в'язке залізо, залишаючи неушкодженими частинки легованої сталі.

Важливим досягненням кельтів було застосування у виробах комбінованого («зварного») заліза, коли ріжуче лезо серпа, коси, ножа виготовляли з тонкої сталі, а вміщувальну обойму — зі звичайного в'язкого заліза. Завдяки такому поєднанню міцна, але крихка високовуглецева сталь оберігалася від руйнації обрамленням із м'якого заліза (так званий «ефект олівця»). При цьому заощаджувалася дорогоцінна сталь, а знаряддя набували довговічності. До того ж їх можна було легко заточувати й відновлювати.

Винахідливості кельтів приписують створення залізних ободів на колесах, обручів для діжок, колісних плугів із залізним лемешем, використання заліза у крем'яному кресалі тощо. Багато з цих винаходів використовувалися майже без змін упродовж двох тисячоліть. Велике значення для військових успіхів кельтів мали тонкі двосічні сталеві клинки завдовжки близько метра (відомі з кінця IV ст. до Р. Х.) та пізніші дуже довгі мечі. За своїми якостями вони суттєво перевершували короткі мечі римських легіонерів, зроблені з ковкого заліза й осталені лише з поверхні. Завоювання кельтами величезних територій, їх військові протистояння й союзи з римлянами та германськими племенами спричинили поширення нових технічних досягнень практично по всій Європі. Досягнення кельтської металургії втілені в численних легендах про коваля Віланда (Воланда, Велундра), який зварював різні шари заліза в непереможну найміцнішу зброю [41]. Поет Олег Ольжич, автор цікавих циклів «Камінь», «Бронза», «Залізо», писав у вірші «Галли»:

Ми подолаєм знов. Ще не одні
Нам скоряться. Над все є вірна криця.
Та нам також судилося розбиться
Колись і десь об гори кам'яні.

[41] Одна з легенд описує технологію порошкової металургії, якою володів Віланд.

Характерний для Римської імперії рабовласницький лад значною мірою пригнічував розвиток промислів: рабам не притаманне винахідництво, безглузде в їхньому становищі, а вищі класи суспільства презирливо ставилися до всього, що стосувалося ремесел. Тацит у «Малих творах» неприязно писав про плем'я сілезьких кельтів, які видобували залізо (на думку римського історика, це принизливо для людини). Значну частину необхідного Риму заліза виробляли кельти в Каринтії та підкорені етруски на острові Ельба, який римляни зневажливо називали «країною кіптяви».

Інше ставлення до гірництва споконвічно було в германців. Витискуючи племена кельтів із Центральної Європи, вони запозичували їхній досвід і знання в гірничо-металургійному промислі, який високо цінували й намагалися всіляко розвивати. Прикладами такого наслідування технологій є освоєння багатих на залізні руди земель Зігерланду й Верхнього Пфальцю (Західна Німеччина), Штирії (Південно-Східна Австрія), Нової Слупи (Польща).

Німецький поет Р. Баумбах у вірші «Залізо назавжди» показав нестримну жагу давніх германців до видобутку заліза як непереможної зброї. Коли після виснажливих битв германці поклали край римському пануванню за Альпами, до воїнів з'явився гірський дух і запропонував багатства альпійських надр:

Як хочете, беріть ви все злато на сто літ,
А хочете — залізо, назавжди, доки світ.
Під дзвін мечів залізних зревів військовий цвіт:
«Ми просимо залізо, назавжди, доки світ!».

Видатною пам'яткою давнього кельтського і германського виробництва заліза є металургійний центр у Новій Слупі (Свєнтокшиське воєводство Польщі), який датують I–II ст. нашої ери. Аеромагнітна зйомка виявила тут понад 400 тис. залишків печей-димарок, кожна з яких давала 15–20 кг заліза. Хоча печі споруджували мало не впритул одна до одної, виробничі площі сягали величезних територій Свєнтокшиських гір. Навіть сьогодні

численні залишки шлаків і димарок є суттєвою перешкодою для оброблення сільськогосподарських земель.

Першим привернув увагу наукової спільноти до слідів давньої металургії в Свєнтокшиських горах відомий польський учений-просвітитель, президент Товариства друзів науки, священик Станіслав Сташиць [42]. На початку XIX ст. він зауважував: «На всьому просторі Лисої гори й на декілька миль навкруги — на полях безмірна кількість залізних шлаків». Наукові дослідження району, які було розпочато в середині XX ст. під проводом професора М. Радвана, виявили тисячі фрагментів металургійних печей і шлаків, а також місця, де готували паливо та руду для плавлення. Цікаве відкриття було зроблене на місцевій піритовій шахті поблизу селища Рудки. Сучасні прохідницькі роботи вийшли на давні виробки потужного залізного рудника, що підтвердило версію про підземні розробки залізних руд у Свєнтокшиських горах. Вважають, що значна частина виробленого заліза експортувалась у Римську імперію.

Характеризуючи головні регіони освоєння заліза на території давньої Європи, підкреслимо провідну роль кімерійців і скіфів у Північному Причорномор'ї, а також кельтів і германців — у Центральній і Західній Європі. Провідні держави античного світу — Давні Греція та Рим — були здебільшого імпортерами «доброго заліза», хоча технології металообробки (особливо у Греції) сягали високого рівня.

Майже одночасно із західним, європейським вектором освоєння заліза утворився потужний східний напрям, який дав світу найбільш якісну збройову сталь та унікальні вироби холодної зброї. Однією з найцікавіших археологічних знахідок на території Давньої Ассирії залишається залізосховище, виявлене в резиденції аккадського царя Саргона II (VIII ст. до Р. Х.) у Дур-Шаррукіні [43]. Приміщення

[42] Його ім'я носить Краківська гірничо-металургійна академія.

[43] Археологічні розкопки були проведені у 1843–1846 рр. французьким консулом Полем Емілем Боттою.

мало розміри 5×2,5×1,5 м й було повністю заповнене залізними крицями. Їхня форма нагадувала великих рибин із наскрізним отвором на місці ока, в яке при транспортуванні просували ремінь й прив'язували до вантажного сідла. Ці свідчення розвинутої металургії Ассирії зараз можна побачити в експозиції Лувру.

Арійські племена, що прийшли на рівнини Інду та Гангу, ознайомились із залізом на межі II та I тисячоліть до Р. Х. Вони розвивали свою металургію в дусі сакральних традицій і ведичного вчення, що допомогло досягти небачено високої якості та дивовижного художнього рівня залізних виробів. Індія була засновницею технології виготовлення особливо міцних та пружних сталей (мали назву «вутц», більш відому у нас як «булат»), які відрізнялися характерними візерунками, що утворювались за багаторазового перековування шарів сталі з різним хімічним складом. Ознайомлення представників античної культури з індійським залізом відбулося під час походу Александра Македонського в Індію (329 р. до Р. Х.). Збереглися рукописи, що свідчать про царський дарунок володаря Пенджабу Александрові — близько 2,5 т кричного заліза. Вихователь і біограф Александра Арістотель в описі битви на річці Гідасп (сучасна Джелам) зазначає, що індійські воїни билися з греками довгими мечами, що легко розрубували захисні обладунки. Як метальну зброю індійці використовували сталеві кільця з гострою зовнішньою крайкою (т. зв. чакри), які легко прорізали лати грецьких воїнів. Слава про індійське залізо поширилася не тільки на країни Сходу, а й на античний світ, де воно було відоме за назвою, даною йому Арістотелем, — «феррум кандинум» (біле залізо). Згодом подібну сталь почали продукувати в Дамаску (Сирія), де за часів римського імператора Діоклетіана (III–IV ст.) були побудовані численні металургійні підприємства, кузні, збройові майстерні.

Індія однією з перших країн почала використовувати залізні балки як будівельні конструкції. Уже в IV ст. в Індії було створено професійний металургійний клан, який, між іншим, розв'язував проблеми корозії металу. Ця організація відзначилася на

будівництві палаців Сонця на узбережжі поблизу Канерака. Незважаючи на те, що згодом храми були надовго затоплені водою, залізні балки будівель збереглися до сьогодення у досить доброму стані, що свідчить про видатні успіхи давніх майстрів у створенні стійкого до корозії заліза.

У Китаї перші залізні вироби з'явилися наприкінці епохи Західного Чжоу (VIII ст. до Р. Х.). Попри деяке запізнення з освоєнням заліза порівняно з іншими давніми культурами, темпи подальшого прогресу в гірничо-металургійному секторі Китаю значно випереджали розвиток інших країн. Уже в VI ст. до Р. Х. тут було вироблено перший у світі чавун. Надалі більшість основних технологій металургії заліза народжувалася в Китаї, і лише за декілька століть їх «відкривали» в Європі.

Дискусійним залишається питання щодо виникнення металургії заліза на Африканському континенті [44]. Широкі зв'язки європейців із народами Чорної Африки дозволили виявити в останніх досить розвинуті технології виробництва заліза, які контрастували з примітивними знаряддями праці. Деякі африканські племена використовували штучне розігрівання повітря під час дуття в плавильну піч. Вони навіть розумілися на порошковій металургії. Багато фактів свідчить про те, що на зміну кам'яному вікові в Африці відразу прийшов залізний, а мідь була освоєна значно пізніше, та й то не повсюди. У мовах багатьох африканських народів мідь називається «червоним залізом», що свідчить на користь означеної послідовності. Найбільш давні знахідки африканського заліза датують останніми століттями до Р. Х. Вважають, що зміна кам'яного віку залізним відбувалася в Африці під впливом Давнього Єгипту, цивілізаційні імпульси якого поступово поширювались на величезні простори континенту.

---

[44] Тут Африка розглядається без високорозвинених держав Давнього Єгипту та Карфагену, куди «добре залізо» експортувалося ще у II тисячолітті до Р. Х. (Єгипет), а власні розробки розпочалися в VI ст. до Р. Х.

3.2. Видобуток благородних металів у добу античності

Не вдовольняючись тим, що дає земля — як і належить –
Хліб та всілякі плоди, зазирають уже в її надра.
Й ті, що заховані там, що вповиті стігійською млою,
Вже виринають скарби — й на лихе підбивають людину.
Зблиснуло згубне залізо й ще згубніше золото — й тут же
Встала, жаждива до них, невсипуща Війна...

Овідій «Метаморфози»

Історична географія видобутку благородних металів в античну добу

Широка розробка золота та срібла на території Європи розпочалася з I тисячоліття до Р. Х. Організацію видобутку й торгівлю коштовними металами значною мірою контролювали «володарі морів» — фінікійці (Карфаген, Піренейській півострів, острови Середземного моря) та греки (Південні та Східні Балкани, західна частина Малої Азії, острови Егейського моря), у добу класичної та пізньої античності — римляни.

За часів ранньої античної доби було запроваджено широкий обіг коштовних металів (електруму, золота та срібла) як грошей, що стало важливим кроком у розвитку цивілізації. Доти існував дещо інший спосіб товарних відносин. Так, в «Іліаді» Гомера (опис подій XIII ст. до Р. Х.) читаємо: «...платив хто залізом, хто сяйною міддю, хто ж і бичачими шкурами, хто і самими биками або рабами — людьми». Це було важко, громіздко, не цілком адекватно. Коли поділ праці дозволив виробляти дедалі більше речей обміну, пошуки товарного еквіваленту привели до золота та срібла. Їх достатньо стабільна купівельна спроможність пояснюється вельми обмеженими можливостями людей збільшувати кількість цих металів (рідкісність і обмеженість родовищ, висока працемісткість процесів під час їх розробки). Коштовні метали забезпечили

зручний і надійний спосіб товарообміну, що значно розвинуло торгівлю, обмін культурними здобутками й технічними досягненнями на величезних просторах ойкумени.

Досвід видобутку благородних металів підсумував римський історик Пліній, який тривалий час керував розробками золота в Іберії [45]. Він свідчить: «Золото видобувають у відомих нам країнах трьома способами. Перший– у вигляді дрібних частинок, як-от в річках Тахо в Іспанії, Паді — в Італії, Гебі — у Фракії, в Пактолі — в Азії та в Гангу — в Індії. І ніяке золото чистішим за це не буває, тому що воно від самого волочіння й обтирання пресвітлий дістає блиск. Другий — викопують золото із ям у копальнях чи у звалищах гір. Ті, хто шукає золото, передусім знімають кірку, так званий «покажчик золота». На цьому місці викопують рів. Пісок промивають і за осадом роблять висновок про його достоїнство... Золото, що видобувають у шахтах, називають жильним. І лежить воно у мармуровому хрящі, пронизує тріщинками мармур... У всякому золоті є срібло, але в різних кількостях. Коли в золоті міститься п'ята частина срібла, то називається воно електрум».

Виходячи з опису Плінія, можна стверджувати, що в античному світі широко застосовувались технології видобутку золотих розсипів шляхом промивання дрібноуламкових порід золотоносних річок, розкопів старих русел річок і видобутку золотоносних дрібноуламкових порід з якоїсь глибини (з наступним промиванням), а також шахтні розробки рудних жил у гірських масивах.

Античні свідчення найбільш раннього видобутку коштовних металів походять з Малої Азії, «звідки вихід срібла неприпинний» (Гомер «Іліада»). Одним із найбільш відомих центрів розробки золота й срібла була Лідія, яка виникла після падіння Хетської держави на території її області Ассува (сучасна Західна Туреччина). Лідійський цар Гігес (VII ст. до Р. Х.) започаткував карбування

[45] Іберія — частина Піренейського півострова, населена давніми племенами іберів. Більшого поширення набула фінікійська назва цієї країни — Іспанія.

перших монет [46] з електруму (природного золотосрібного сплаву). Статер Гігеса мав овальну форму із зображенням лева — геральдичного символу столиці Лідії міста Сарди.

Геродот у своїй «Історії» пише: «Природними пам'ятками, як інші країни, Лідія не відзначена, крім, можливо, золотого піску, який приносить течія ріки Тмол... Першими з людей вони (лідійці. — *Авт.*), наскільки нам відомо, почали карбувати й користуватися золотими та срібними монетами й уперше зайнялися дрібною торгівлею. Самі лідійці стверджують, що й ігри (олімпійські. — *Авт.*), які тепер існують у них і в еллінів, — їхній винахід».

Золото й електрум у Лідії добували з піщаних розсипів річок Тмол, Пактол і Герма, а також у гірських масивах Тмолу й Сипіли. Із золотоносним Пактолом пов'язано багато легенд, зокрема міф про царя Мідаса, який випрохав у бога Діоніса можливість перетворювати на золото все, до чого б торкалося його тіло. Через певний час, накопичивши гори золота, Мідас збагнув, яка доля йому випаде: померти голодною смертю (їжа, до якої торкалися його руки або губи, перетворювалася на жовтий метал). І тоді Мідас став прохати Діоніса позбавити його ненависного золота й водночас цього страшного дару. Бог змилувався над царем і звелів змити з себе гріх жадоби у водах Пактолу, який став відтоді золотоносним. Ця легенда дозволяє уточнити час відкриття розсипів Пактолу: Мідас царював у середині VIII ст. до Р. Х.

Головним центром розробки срібних і свинцевих руд у Давній Греції був Лавріон (південно-східний край Аттики), який здобув славу найвеличнішого родовища Давнього Світу. Археологічні

[46] Слово «монета» з'явилося дещо пізніше грецьких назв «статер» і «драхма» й походить від імені богині Юнони Монети (тобто Юнони Радниці), з храмом якої межував монетний двір Давнього Риму. Слід зауважити, що перші мідні гроші у вигляді музичних пластин і дзвіночків (які археологи також називають монетами) були введені в обіг у Китаї, ймовірно, на початку I тисячоліття до Р. Х., але монети звичної нам круглої форми, виконані з благородних металів, — винахід лідійців.

джерела свідчать про початок експлуатації рудників ще в мікенський період (поряд із рудниками виявлено сліди мікенських поселень). Це збігаєтьсяз даними Г. Агріколи, який писав: «Четвертий король Аттики наказав, щоб раби добували срібну руду з гори Лавріон. Він почав царювати за 307 років до захоплення Трої Неоптолемом». Таким чином, можна стверджувати, що експлуатація Лавріону розпочалася в середині II тисячоліття до Р. Х., але найбільш масштабні гірничі роботи проводились у античну епоху, починаючи з VI ст. до Р. Х. Перша письмова згадка про лавріонські родовища збереглась у Геродота й датована 480 р. до Р. Х. Давньогрецький історик Ксенофонт писав про Лавріон: «Те, що рудники розробляють дуже давно, відомо всім, та ніхто навіть не спробував визначити, у які часи взялися за це».

Невисокі гори Лавріону складені пластами вапняку та сланцю різної товщини, на стиках яких залягає срібловмісний сульфід свинцю (галеніт). Виходи двох рудних пластів на поверхню були виявлені ще в епоху бронзи. Первісна розробка передбачала розкриття покладів ямами та траншеями, більш пізня — за допомогою штолень і шахтних стовбурів. На межі VII–VI ст. до Р. Х. пошуковими шахтами були розвідані нижні рудні поклади, що зробило Лавріон головною цінністю Аттики.

Розкриття рудного тіла зазвичай здійснювали так. У чотирьох кутах відведеного рудного поля споруджували стовбури. Після перетину вертикальними виробками рудоносної жили виявляли її положення в надрах і закладали штольні та штреки. Оскільки поклади галеніту не мали правильної форми (не залягали в горизонтальній площині), то виробки споруджувалися зі змінними (вниз і вгору) похилими напрямками, що було можливим через брак значного водопритоку. Для швидшого виявлення багатих рудних тіл за жильним контактом проходили випереджальний розвідувальний штрек (цей метод упроваджено з V ст. до Р. Х.).

На рудниках Лавріону була пройдена значна кількість гірничих виробок, уявлення про які дають сучасні реконструкції, зроблені за матеріалами натурних досліджень. Сумарна довжина лазів,

штолень і штреків — понад 150 км, а їх розміри були незвично малі (висота становила від 0,6 до 1,2 м). В окремих виробках (на найбільш небезпечних ділянках) застосовували дерев'яні стояки або рами. Великі рудні тіла розробляли камерним способом, причому окремі камери сягали об'єму десятків тисяч кубічних метрів. Під час відпрацювання значних рудних лінз для забезпечення стійкості покрівлі споруджували опорні конструкції з кам'яного муру.

Загальна кількість вертикальних стовбурів становила близько 2 тис., а їх глибина — зазвичай 35–120 м. Розміри прямокутних перерізів шахтних стовбурів знаходились у межах від 1,3×1,9 до 1,9×2 м. Значна частина вертикальних виробок мала пошукове призначення (виявлені численні стовбури, які не потрапили на рудну лінзу чи жилу й були залишені без навколишніх виробок). Про пошукові роботи Ксенофонт зауважував: «Той, хто знайшов добру розробку, ставав багатим, а той, хто не знайшов, втрачав усе, що вклав, тому, зважаючи на таку небезпеку, мало є охочих йти на це».

Малі розміри й змінні кути нахилу виробок виключали можливість використання колісного транспорту (візків) для транспортування руди. Пліній свідчив: «Гірники видають шматки вдень і вночі, передаючи їх у темряві один одному: денне світло бачать лише ті, хто стоїть біля входу». Крім видачі руди штольнями (зазвичай у кошиках), застосовували підйом стовбурами. І тут гірники виносили копалини на собі (у мішках), підіймаючись видовбаними в контурі стовбура сходами. Невеликі притоки шахтної води вичерпували з водозбірників відрами, які підіймали на поверхню. На гірничих роботах застосовували ручний інструмент: залізні молоти, кайла, клини, лопати, а також шкіряні мішки й корзини для транспортування руди.

На поверхні руду подрібнювали залізними товкачами (вручну) до розміру горошин та розмелювали на млинах. Оброблена таким чином руда промивалася в особливих гідротехнічних спорудах, а для збирання води утворювали спеціальні водні резервуари. Наступною операцією після промивання було обпалення

руди, після чого здійснювали виплавлення срібла. Цей метал ішов на карбування монет і виготовлення сакральних та ювелірних виробів. За загальними оцінками, у Лавріоні було видобуто близько 100 млн т руди, з якої витоплено 8,4 тис. т срібла й до 2 млн т свинцю. Давні відвали металургійних шлаків, що сягали понад 1,5 млн т і містили значні залишки кольорових металів, були перероблені металургами нового часу (промислове використання шлаків почали 1864 року).

Рудники Лавріону заклали підвалини добробуту Афін, склавши матеріальні передумови розвитку великої культури Давньої Греції. Щороку кожний громадянин Афін отримував із видобутого в Лавріоні срібла 10 драхм, що забезпечувало його безбідне існування протягом кількох місяців. Для зручності сплати цієї суми в V ст. до Р. Х. почали карбувати славетні афінські тетрадрахми. На аверсі монети зображували богиню мудрості Афіну, на реверсі — священного птаха богині, сову під оливою. Ці монети, що називалися «совами», значно поширились у тогочасній світовій торгівлі. Успіхи грецького поліса зазвичай підкреслювали фразою Арістофана: «Не варто везти сов у Афіни» (тобто тут вистачає свого багатства та мудрості).

Розробки Лавріону суттєво вплинули на формування податкової системи Афін, особливість якої передбачала відмову від прямого оподаткування. Доходи поліса формувалися з рентних платежів: частина видобутого срібла роздавалася громадянам Афін за певною нормою, а інша частина складала централізований фонд (бюджет).

Яскравим прикладом функціонування Афінської демократії залишається описаний Геродотом епізод створення полководцем Темістоклом військового флоту для морської боротьби з Персією. Темістокл звернувся до мешканців Афін з проханням на один рік відмовитися від призначених кожному громадянину доходів з Лавріонських копалень. Люди добровільно пішли на цю економічну пожертву, флот був створений і здобув історичну перемогу поблизу острова Саламіна.

Слід зауважити, що Лавріонські копальні винаймали найбільш шановані, відомі своєю порядністю громадяни Афін, причому імена офіційних орендарів щороку викарбовували на кам'яних стелах, які виставляли на ринкових площах. Це забезпечувало «прозорість» організаційної структури, підвищувало відповідальність орендарів перед громадянами, уможливлювало контроль діяльності промисловців мешканцями Афін.

На перших етапах гірництво й металургія Лавріону перебували головним чином у руках дрібних вільних артілей, які наймалися до орендарів і проводили гірничі розробки. Кількість гірників Аттики була настільки значною, що вони становили окрему касту поряд із рільниками та купцями. Про рудокопів Аттики як складний, ієрархічний клан згадував давньогрецький історик Плутарх. Надалі основною робочою силою в Лавріоні стали раби, кількість яких у часи найбільш інтенсивної експлуатації родовища сягала 30–35 тисяч. При цьому, за згадкою Ксенофонта, «роботи було завжди більше, ніж робітників». Внутрішній стан раба-гірника певною мірою передають рядки поета:

Полудень, каміння, молот,
Пил, каміння, піт...
Розчахне ж хоч смертний холод
Двері в інший світ?

(В. Брюсов «Каменяр»)

У другій половині IV ст. до Р. Х. Лавріон уже не відігравав виняткову роль. Найбагатші місцеві руди були відпрацьовані, до того ж Македонія завоювала Фракію (Східні Балкани), потужні родовища якої стали новим центром розробки благородних металів. Коли Афіни були завойовані Александром Македонським, їх позбавили права карбувати власну монету. Лавріонські рудники поступово зменшували видобуток і були значною мірою відпрацьовані до початку нашої ери. Історик Страбон зазначав, що в цей час в Аттиці розпочали повторну плавку старих металургійних шлаків.

Це свідчить про вичерпання первісних рудних родовищ, а також про розвиток нових технологій витоплення металів.

Від Геродота до нас дійшло кілька згадок про гірництво Фракії, у тому числі про знамениті Пангейські рудники (Південно-Західна Фракія). Описуючи похід Ксеркса проти греків, Геродот зазначає: «Тут він ішов мимо самих міст, залишаючи праворуч Пангей, велику й високу гору із золотими та срібними рудниками». Кілька невдалих спроб оволодіти рудниками Пангею і золотими розсипами річки Стримон здійснили Афіни, але військові успіхи в захопленні Фракії сприяли Македонії. Видатний дослідник історії науки В. І. Вернадський писав: «Золоті рудники Пангею заклали підвалини могутності Македонії. Ці давні рудники були захоплені Філіпом II; розробка їх була проведена дуже енергійно, відразу ж дала багато золота, але досить швидко призвела до їх істотного виснаження». Під час царювання Філіпа II було відкрито багаті золоті родовища в районі Креніди (перейменованої у Філіпи), на схід від гори Пангей. Із цього золота почали карбувати статери Філіпа II, а пізніше — статери його сина Александра Македонського, які всюди активно розповсюджувались. На вершині гори Пангей, згідно з давньогрецькими міфами, поховано тіло легендарного фракійського поета, пісняра, «винахідника музики» Орфея, що свідчить про те, що ця рудна гора була широко відома в Егейському світі. Римський поет Лукрецій у своїх творах багаторазів згадував фракійський рудник Скаптегіла, який вважав одним із найбільш потужних.

Поряд з Аттикою та Фракією важливим центром гірництва й металургії Еллади був острів Сіфнос. Декілька античних авторів залишили свідчення про гірничі розробки цієї острівної держави. Геродот пише: «Сіфнос тоді зазнавав розквіту і був найбагатшим з усіх островів. Тут були золоті й срібні рудники, такі багаті, що на десятину доходів з них сіфнійці звели одну з найбільш помпезних скарбниць. Щороку громадяни острова розподіляли доходи з рудників поміж собою». Цікаве також свідчення Павсанія в «Описі Еллади»: «На острові Сіфнос були золоті розробки, і Бог велів

десяту частину доходів відвозити у Дельфи; тому сіфнійці збудували там храм-скарбницю й стали відвозити туди десятину. Але коли вони через жадібність перестали давати данину, то сталася повінь, яка знищила їхні розробки». Досліджуючи острів, англійський археолог Бент виявив на березі моря сліди давніх виробок і доволі велику штольню, в якій було знайдено знаряддя праці давніх гірників. У боках штольні були утворені ніші для ламп рудокопів, а ззовні, недалеко від входу у виробку, знайдено плавильні печі й залишки шлаків. Бент дослідив морське дно поблизу берега й там також виявив ознаки витопів і шлаків благородних металів. Це підтвердило можливість природної катастрофи, унаслідок якої більша частина гірничих розробок була затоплена. Найбільш успішні гірничі роботи провадили на Сіфносі у VI ст. до Р. Х., свідченням чого було карбування власних монет (дідрахм).

Досконалими ювелірними виробами зажили собі слави етруски, які у VII–IV ст. до Р. Х. вели розробки благородних металів у північно-західній частині Апеннінського півострова, зокрема в річці Пада та її притоках (не виключено, що частину золота етруски отримували від кельтів). Загальне захоплення викликають гранульовані («зернинні») прикраси етрусків, утворені шляхом викладення тисяч найдрібніших золотих кульок (діаметром близько 0,2 мм) на мідні пластини з формуванням химерних візерунків. Для всіх залишалося загадкою, як закріпити золоту крупинку на мідній пластині, при цьому не розтоплюючи її? Секрет паяння було розкрито тільки 1933 року. Не менш вражаючими були досягнення етрусків у зубопротезній техніці й виготовленні золотих коронок та мостів. Якість цих виробів, більшість з яких датують серединою I тисячоліття до Р. Х., вражає навіть сучасних дантистів. Ці досягнення свідчать про опанування етрусками багатьох властивостей благородних металів та секретів їх металургії (зокрема спаювання) й подальшої філігранної обробки.

Загальне уявлення про гірничі й металургійні роботи часів античності дає розлогий опис давньогрецького письменника Агатархіда (II ст. до Р. Х.), який спостерігав єгипетські копальні часів

правління грецької династії Птолемеїв. Наведений уривок з його праці подано за пізнішим цитуванням Діодора Сицилійського:

«На краю Єгипту, на кордоні Аравії та Ефіопії є країна, що рясніє золотими рудниками, з яких великими втратами й тяжкою працею видобувають цей метал. Земля чорного кольору наповнена прожилками мармуру дивовижної білизни, уламки яких перевищують своїм блиском усі природні продукти.

У цій землі велика кількість робітників під наглядом відповідальних за гірничі роботи видобуває золото. Цими робітниками здебільшого є засуджені злочинці, військовополонені та люди, яких часом помилково переслідують й через напад гніву їх було кинуто до в'язниці. Тут також різні групи нещасних, яких царі Єгипту за звичаєм засилають у золоті рудники, іноді самих, іноді з усією їх родиною, як для того, щоб помститися їм за лиходійство, так і для того, щоб отримати великі доходи із плодів їхнього поту.

Безліч знедолених, яких таким чином залучають до гірничих робіт, примушують до праці вдень і вночі без відпочинку та охороняють з особливою ретельністю, що усуває будь-яку надію на втечу.

Ось який вигляд мають способи, що використовують на рудниках. Найбільш тверду частину землі, що містить золото, піддавали сильному вогню, що приводило до її розтріскування, після чого її обробляли вручну. Скеля послаблялася таким же чином, і коли вона досягала стану, що підлягав дії помірного зусилля, тисячі нещасних, про яких ми говорили, руйнували її за допомогою тих самих залізних інструментів, що зазвичай використовують для різання каменю.

...Серед бідолах, засуджених до цього пекельного життя, найбільш кремезні зайняті руйнуванням залізними кирками твердої, як мармур, скелі й використовують для цієї роботи тільки міць свого тіла, без усякого мистецтва. Виробки, які вони споруджують, йдуть не по прямій лінії, а в напрямку жили цього осяйного каменю. Оскільки робітники у створених лабіринтах перебувають у темряві, вони носять прив'язані спереду запалені світильники. Крім того, залежно від властивостей порід, на які вони

натрапляють, вони змушені, руйнуючи й обрушуючи відбиті уламки, часто змінювати положення свого тіла у вузьких лазах. Така ця виснажлива праця, яку вони виконують безперервно, силувані наглядачами, що обсипають їх ударами.

Діти, що не досягли зрілості, проникали через лабіринти ходів у вибої, збирали відбиті уламки каменю й виносили їх на собі з виробок. Ті, хто був віком старший тринадцяти років, брали певну кількість уламків й подрібнювали їх у кам'яних ступах залізними товкачами доти, доки вони не зменшувались до розмірів горошини. Поблизу були діти та старі, які брали це дрібне каміння й кидали його під послідовно розташовані жорна, причому двоє або троє з них обертали ці жорна, поки мливо з каменів не перетворювалось на дрібний пил, схожий на пшеничне борошно.

...Наприкінці люди, які розумілися на виробленні металу, збирали товчений камінь і закінчували справу: спершу на широкій і трохи нахиленій дошці розкладали розтертий на порошок камінь, а потім розмішували, поливаючи водою. Частина його, що містить землю, розмивається водою й стікає по нахиленій дошці, а золото, через свою вагу, залишається на дошці. Робітники повторювали цю операцію кілька разів, злегка розтираючи речовину руками, аж поки на дошці не залишалися тільки крупинки золота.

Далі вже інші люди отримували відому кількість цих крупинок, які видавались їм на вагу, клали їх у посуд з пористої глини й змішували зі шматками свинцю, вага якого була пропорційна кількості крупинок золота. Сюди ж додавали невелику кількість солі, олова та ячмінних висівок. Після цього посудини закладали глиною й ставили у піч на п'ять днів і ночей без перерви. Потім посудини витягали з вогню й залишали охолоджуватися. І після того, як їх відкривали, то знаходили абсолютно чисте золото, яке дуже мало втрачало ваги».

Технологія очищення золота від домішок за допомогою свинцю та висівок (або соломи) була відома ще з II тисячоліття до Р. Х. і полягала в реакції розплавлених домішок і окисненого свинцю, причому продукт цієї реакції разом вилучали із розплаву. Процес

був подібний до відомої купеляції срібла, тобто вилучення його в чистому вигляді під час окисного плавлення зі свинцем.

Характеризуючи мотиви розробки коштовних металів, слід відзначити, що давньогрецьке суспільство було далеке від культу розкошів та марнотратства. Золото й срібло Еллади (ювелірні вироби, вишуканий посуд, статуетки, рідкісна парадна зброя) значною мірою відбивали естетичне й релігійне сприйняття життя. Елліни керувались суспільним відчуттям міри. Основна маса срібла йшла на карбування монет, які доволі демократично розподілялися між усією громадою.

Інші виміри мало золото в Давньому Римі, де воно стало не тільки основою фінансової системи та матеріалом ювелірів, але й засобом накопичення фантастичних багатств, перетворених силою держави на право й можливість розпоряджатися долями людей. Саме через це надмірна розкіш римської знаті дістала особливий сенс елітарної вищості одних над іншими, була пов'язана з гордовитим прагненням до пишноти, слави й пошани. Золоті статуї на повний зріст, дахи імператорських палаців, укриті листовим золотом, золоті ясла для коней, тритонна золота корона (дарунок Іберії Клавдію) та інші «дрібнички» переповнювали «ярмарок марнославства» Риму. Філософ Сенека, вихователь Нерона, нарікав на свій час: «У нас тепер дійшло до того, що стало непристойним жити без величезної кількості золотого й срібного начиння: посудин, зроблених із матеріалів, яким надає цінності лише примха купки людей». І все це на тлі практично нескінченних війн, небаченої раніше експлуатації рабів, помітного застою в розвитку технологій. За оцінками англійського дослідника історії техніки С. Ліллі, у рабовласницькому Римі «скоротилося навіть використання тяглової сили.., роботу тварин виконували раби».

Оцінюючи римські розробки золота, В. І. Вернадський зазначав: «Імовірно, найбільше значення серед золотих розробок римської епохи мали родовища Піренейського півострова. Величні розробки у Південній Португалії та Іспанії описані ще Плінієм. Тут за римлян видобували до 2900 кг золота щороку». Тепер

виявлено два давніх потужних центри видобутку дорогоцінних металів, які розташовувались у південній і північно-західній частинах Піренейського півострова.

Південні родовища поліметалів Іберійського піритного поясу являли собою потужний ланцюг штокоподібних покладів, які розміщувалися у крихких пісковиках і простягалися від сучасної Севільї в північно-західному напрямку за кордон Португалії. Вони утворювали групи потужних давніх рудників Ріо Тінто, Гуелва, Лінарес (Іспанія) та Альюстрель і Сан Домінго (Португалія). «Насправді до нашого часу ніде на землі не знаходили стільки золота, срібла, міді та заліза в природному стані й такого достоїнства», — писав про ці родовища на початку нашої ери Страбон.

Вважають, що підземні скарби Південної Іспанії були виявлені ще експедиціями Давнього Єгипту, але сталі розробки розпочалися під час панування фінікійців (з XI ст. до Р. Х.) і тривали з перервами протягом тисячоліть [47]. Фінікійські розвідники надр просувалися вгору річкою Ріо Тінто («Річка Червона»), води якої від розмитих вохр залізної шляпи навіть зараз мають насичений рудий колір, що само по собі слугувало важливою пошуковою ознакою рудних покладів. Виявлені сліди прадавніх гірничих розробок і багаті мінералогічні знахідки дозволили фінікійцям заснувати тут золоті, срібні та мідні рудники.

Природні особливості цього непересічного родовища описав відомий геолог і письменник В. А. Обручев: «Родовище Ріо Тінто є антикліналлю довжиною 7 км таширuною 1 км. Руди масивні й штокверкові. Масивні руди довжиною декілька кілометрів і товщиною до перших десятків метрів утворюють поклад у

[47] Родовище Ріо Тінто настільки потужне, що експлуатується до нашого часу. 1873 року поліметалічні рудники були викуплені в уряду Іспанії родиною Ротшильдів, що поклало початок створенню однієї з найбільших гірничих корпорацій світу. Сьогодні транснаціональна компанія «Ріо Тінто» посідає друге місце в рудному секторі світової економіки зі щорічним обігом близько $ 25 млрд.

крилі антикліналі. Замкова частина антикліналі зрізана ерозією. Штокверкові руди, які відпрацьовують кар'єром, залягають в осерді антикліналі; вони утворюють ділянки довжиною сотні метрів і простежуються до глибини 300 м».

Згідно з античними джерелами, видобуток місцевих металів довгий час контролювався царством Тартес, яке було підкорене близько 500 р. до Р. Х. Карфагеном. На думку Г. Агріколи, «фінікійці відкрили родовища Іспанії, а карфагеняни почали їх широку розробку». Однією з причин Пунічних війн між Римом і Карфагеном були багатства надр Іспанії. Незважаючи на славетні перемоги карфагенського полководця Ганнібала (до речі, одноосібного власника найбільших іспанських рудників), результат Пунічних війн виявився на користь Римської імперії, до якої відійшли поліметалічні родовища Іспанії. У дуже авторитетному «Історичному нарисі розвитку гірничого промислу» (1866 р.) зазначено: «Славнозвісні мідні рудники Андалузії дісталися римлянам від переможених карфагенян у стані найбільшого розквіту». Дуже швидко основним предметом видобутку стали тут коштовні метали.

Про обсяги гірничих робіт на півдні Іспанії свідчать виявлені тут відвали із сотнями тисяч тонн пустої породи, відходів, шлаків. Цікаві археологічні знахідки, зокрема знаряддя праці гірників античності, також підтверджують римські розробки. У Ліна-ресі (Андалузія) було виявлено знаменитий кам'яний барельєф із зображенням гірників римської доби. На ньому — вісім шахтарів на повний зріст, які просуваються двома рядами досить високою гірничою виробкою (можливо, камерою). Один із гірників тримає кайло. Позаду йде майстер із кліщами та світильником.

У Віпасці та Альюстрелі у 1876 і 1906 роках у давніх шлакових відвалах знайдено бронзові пластини, на яких було викладено римське гірниче право. Цей унікальний історичний документ затверджував не тільки виробничі відносини й права гірничої власності свого часу, але й регламентував технічну діяльність, пов'язану із забезпеченням стійкості гірничих виробок і безпекою робіт. Така увага пояснювалась не стільки турботою про життя й здоров'я

рабів, зайнятих на гірничих роботах, скільки потребою безперебійної роботи шахт.

Давньоримські технології видобутку благородних металів

Іспанські рудники римлян відрізняла розвинута система водовідливу. Тут уперше подолали доти непереборну перешкоду для гірничих робіт — приплив підземних вод. Римський архітектор і інженер Вітрувій залишив описи спеціальних водопідйомних і водовідливних механізмів, сконструйованих у вигляді коліс та архімедового гвинта, а історики Страбон і Діодор оповіли про широке застосування таких пристроїв у римських рудниках в Іспанії [48]. Діодор при цьому повідомляє, що гвинтові водовідливні машини були розроблені Архімедом, який використав принципи зрошувальних пристроїв давніх єгиптян. У другій половині XIX ст. під час гірничих робіт на рудниках Іспанії та Португалії було виявлено рештки численних водовідливних пристроїв римського часу. Такі колеса, діаметр яких становив 4 м, були справжніми шедеврами теслярського мистецтва. На руднику в Сан-Домінго було встановлено 14 водовідливних коліс, розташованих одне за одним, які підіймали воду з водозбірні на висоту понад 40 м. Слід зазначити, що силовим рушієм усіх цих машин були люди. М'язова сила рабів забезпечувала рух водовідливних і підйомних пристроїв. Про масове використання дешевої робочої сили на іспанських рудниках римської доби повідомляє давньогрецький історик Полібій, відзначаючи, що на шахтах Нового Карфагену постійно працювали понад 40 тис. осіб.

Незважаючи на величезну концентрацію трудових ресурсів на півдні Іспанії, обсяги видобутку не задовольняли непомірні

[48] Є свідчення того, що технічні ідеї шахтного водовідливу втілювалися в іспанських рудниках ще за карфагенян, але значно меншими обсягами.

потреби Риму в коштовних металах. З метою інтенсифікації гірничих робіт римські інженери розробили й упровадили в північно-західній частині Іспанії грандіозні проекти руйнування гірських масивів за допомогою водних потоків. Ці проекти увійшли в історію під назвою «римський спосіб розробки», який поєднував риси гідравлічної, підземної та відкритої (розсипної) розробки родовищ і полягав ось у чому. До місць, що лежали вище рівня розробки, підводили канали (акведуки), вода яких наповнювала розташовані на узвишші резервуари й стрімко скидалася з висоти на гірський масив, утворюючи розмиви (яруги). У боках утвореного яру (кар'єру) вели розробку поверхневою системою стовбурів і штолень, довжина яких вимірювалася десятками метрів (в окремих випадках 200–300 м). Штольні розміщували на відстані 10–15 м одна від одної, утворюючи фронт розробки завширшки приблизно 150 м. Виробки збивали між собою сполучними ходами, залишаючи при цьому цілики мінімально можливих розмірів. Наступний етап — обвалювання виробок і руйнування гірського масиву. Для цього у виробках підрубували опорні стояки, а водні потоки спрямовували у шахтні стовбури, що приводило до розмивання ціликів і «осідання»породного масиву. На породний обвал із розташованих на вершині гори резервуарів знову скидали водний потік, який розмивав і захоплював із собою уламки порід. Збираючи уламкові продукти у спеціально створених ровах, за допомогою шліхової технології промивання відділяли крупинки золота від пустої породи. Описані гідрокомплекси римлян дістали назву аругії (*arrugias*).

Перші аругії включали руйнування гірського масиву за допомогою підземної розробки з наступним його розмиванням. Ось як описує римський спосіб розробки письменник Пліній, який спостерігав його на власні очі. «Після закінчення робіт (спорудження стовбурів, штолень і збійок. — *Авт.*) опори склепінь підрубують, починаючи з внутрішніх. Гора зачинає осідати, і тільки вартовий на її вершині помічає це. Він криком і знаками викликає робітників, а сам тікає з гори. Гора валиться з таким гуркотом, який

людині важко й уявити. Переможці серед неймовірного шуму й вітру дивляться на руїну природи. Але золота ще немає! Бо коли копали виробки, то ще не знали, чи знайдуть його...

Після цього настає нова праця, пов'язана з іще більшими витратами. Для промивання руїн підводять річки з гірських вершин, іноді з відстані сотні миль. І тут тисяча робіт! Скат має бути дуже крутим, щоб вода радше падала, аніж текла, тому вона проводиться найбільш високими місцями, а полонини й інші перешкоди долають трубами, що тримаються на опорах. В інших місцях прорубують непрохідні скелі. Ті, хто їх прорубує, висять на канатах і здалеку мають вигляд навіть не тварин, а птахів. Висячи, вони вимірюють схил і проводять лінії, що вказують напрямок. Там, де звичайна людина не знаходить місця, щоб поставити ногу, вони проводять річки.

Мулиста вода невигідна для промивання золота; мул цей називають уріум. Щоб уникнути уріуму, водопровідні канали прокладають через скелі й каміння. На початку скату, з краю гори викопують басейни шириною 200 ступнів і глибиною 10; вони мають п'ять шлюзів розміром 3 ступні. Коли басейн заповнюють, заслони вибиваються і струмені води летять з такою силою, що руйнують величезні кам'яні брили».

Про масштаби гірничих робіт свідчить величезна кількість винесеної водними потоками пустої породи. Пліній зауважує, що завдяки цій породі Іспанія «далеко розширила свої береги». У XIX ст., коли було віднайдено записи Плінія, їх визнали вигадкою, оскільки масштаби описаних гірничих робіт здавалися неймовірними. Дослідження районів давніх аругій, проведені у XX ст. (К. Домергуе, Р. Матіас та ін.), а також супутникові й аерофотознімки залишків гідравлічних розробок підтвердили достовірність застосування «римського способу».

Найбільш вартий уваги приклад римських аругій — розробки в Лас Медулас (провінція Леон, Північно-Західна Іспанія). Вони є залишками системи із восьми каналів (акведуків), що подавали воду до штучних озер (резервуарів), розташованих над

зоною гірничих робіт. Протяжність збудованих каналів становила від 10 до 95 км (сумарна — 590 км). Маршрут їх проведення оперізував гірський масив, а в окремих випадках проходив крізь скелі, що потребувало спорудження тунелів. Римський спосіб отримав у Лас Медулас романтичну назву «затишшя перед бурею». «Затишшя» відповідало періоду накопичення води в резервуарах, а «буря» — стрімкому скиданню води. Перше спорожнення резервуарів забезпечувало змивання порід поверхні й відслонення жильних родовищ. Подальша їх розробка велась традиційним шахтним способом за допомогою кайла, гірничого долота й молотка. Сила води також використовувалась, щоб видалити відпрацьовану породу, зруйнувати масив й виявити нові багаті поклади. Уламки змитих порід додатково промивали у шліхових лотках. Таким чином римляни видобували з родовища до 9 тис. кг золота на рік.

Промовисті сліди використання «римського способу» в Лас Медулас свідчать про колосальні масштаби розробок, що залишили після себе безплідними величезні території, прилеглі до гірських масивів. За оцінкою проф. А. Беллідо, об'єм зруйнованих порід сягав на північному заході Іспанії близько 500 млн $м^3$ і забезпечив видобуток понад 1,5 тис. т золота!

На прикладі «римського способу» усвідомлюємо той факт, що діяльність людства як нової геологічної сили, яку обґрунтував В. І. Вернадський, була актуальною вже з часів античності.

Характерним зразком римських аругій є також розробки золота в Долокоті (Огофау) у Південному Уельсі. Залишилися свідчення про використання «римського способу» в горах Боснії в часи правління імператора Нерона.

Разом з аругіями римляни продовжували широко використовувати традиційні способи підземної розробки, які приносили величезні багатства власникам рудників. За історичними свідченнями, найкраще використав золоторудні родовища для власних потреб Гай Юлій Цезар, який протягом двох років був намісником Риму в Іспанії. Оцінивши можливості гірництва для швидкого збагачення, він згодом підкорив кельтські племена Центральної

Європи, які розробляли альпійські золотоносні жили й розсипи. У руднях і копальнях кельтів з'явилися спеціальні стели, які стверджували право римської окупації. У середині I ст. до Р. Х. із Галії було вивезено стільки золота, «що його ціна на чверть впала проти ціни срібла».

Перемога імператора Траяна над даками дозволила римлянам захопити багату на поліметалічні руди Трансільванію. У Залатні було утворене римське управління золотими руднями Дакії й заснована приватна компанія з їх розробки. Одним із найбільш потужних центрів дакійського гірництва став Вереспатак (Верошпатак), більш відомий тепер за румунською назвою Рошія-Монтане (поблизу м. Абруд, Румунія), який розроблявся до кінця XX ст. Тут були виявлені сліди значних гірничих робіт римського часу, а у виробках знайдено численні знаряддя праці гірників і чудово збережені глиняні світильники, прикрашені зображенням сови.

В. І. Вернадський, характеризуючи найпотужніші родовища, що давали золото і срібло протягом багатьох століть, визначив штокверк Вереспатак таким, що «весь час давав електрум разом із самородним золотом» [49]. Це родовище успішно експлуатувалося даками задовго до римлян. Після 106 р. (захоплення Римом) воно дало понад 250 т золота. Видобуток золота й срібла в Трансільванії вели також в районі Байя-Маре, де працював монетний двір, причому римські золоті монети Дакії були відомі на просторах усієї імперії.

У I ст. нашої ери одним із римських центрів видобутку золота стають Боснійські рудні гори. Серед найбагатших родовищ відзначають гору Далмацію, рудники якої інтенсивно експлуатувалися близько 50 років. Вважають (Х. Квірінг), що саме тут уперше в Європі було використано спосіб амальгамації (діставання

[49] В. І. Вернадський як характерний приклад багатого самородного золота наводить штокверк Катрончі у Вереспатаку (довжина рудного тіла 130 м, ширина близько 40 м), який у 1823–1824 рр. дав золота більше ніж на 1 млн флоринів.

золота з рудного концентрату за допомогою ртуті) [50]. Згідно з описом Плінія, руду, що містила золото, добре подрібнювали та змішували зі ртуттю, яка розчиняла золото, після чого тверду породу відділяли від рідини металів шляхом їх фільтрації через шкіряний (замшевий) фільтр, а золото видобували із амальгами шляхом випарювання ртуті.

Ртуть була добре відома античним ученим. Її згадують у своїх працях Арістотель, Теофраст, Пліній, Вітрувій, Діоскорид. Латинська назва цього металу, запроваджена лікарем Діоскоридом, — гідраргірум, тобто срібна вода. Ртуть добували поблизу іспанського селища Альмаден (сучасна провінція Сьюдад-Реаль), на найбільшому у світі родовищі, яке експлуатувалося з IV ст. до Р. Х. до наших часів. Рудоносна товща (40–60 м) складалася з трьох пластів рудних кварцитів товщиною 4–12 м, що залягали майже вертикально й сходилися в одне ціле на глибині. Добували як самородну ртуть, яка стікала на підошву експлуатаційних виробок, так і руди, що її містили (кіновар). Протягом багатьох століть альмаденські рудні були єдиним у Європі місцем промислової розробки ртуті [51] (майже безпрецедентний випадок в історії гірництва), що свідчить про виняткове значення цього родовища. Використання ртуті у процесі вилучення золота з руд значно підвищило можливості додаткового отримання коштовного металу й дозволило видобувати менш багаті руди. Поряд з амальгамацією поширювалась

[50] Світова першість у видобутку кіноварі й використанні металевої ртуті для медичних потреб і для амальгамації золота належить Китаю.

[51] Багаті родовища Ідрії (Західна Словенія) були відкриті лише наприкінці XV ст. Розробки Микитівського ртутного родовища (Україна), розпочаті у другій половині XIX ст., виявили залишки численних давніх виробок, але питання щодо їх датування залишається дискусійним. Не виключено, що згадка Геродота про отримання греками червоної фарби від скіфів Причорномор'я є свідченням доставляння саме микитівської кіноварі. Непрямим свідченням цього може служити походження грецької назви кіноварі — «канабарі» від скіфської «кенабіс».

технологія купеляції (відділення срібла від свинцю й домішок у процесі окиснювального плавлення), що сприяло масштабній розробці свинцево-срібних руд.

Підбиваючи підсумок гірничої діяльності Римської імперії, слід зазначити, що на поліметалічних рудниках постійно було задіяно до 80 тис. гірників (переважно рабів). Обсяги вироблення свинцю щороку становили близько 60 тис. т, срібла — близько 200 т (на 1 кг срібла припадало до 300 кг свинцю). Така інтенсивна промислова діяльність впливала не тільки на соціальні аспекти суспільного життя, але й на екологічний стан довкілля. Експериментальне плавлення свинцевих руд засвідчило, що близько 5 % свинцю викидалося з печей в атмосферу у вигляді мікроскопічних частинок (аерозолів), які розносилися рухом повітря на великі відстані. Як показало буріння крижаного щита Гренландії (дослідження Гренобльського університету, Франція), ті його шари, які відклалися в часи існування Римської імперії, виявилися сильно забруднені свинцем. Його концентрація вчетверо перевищувала природний рівень. Примітно, що таке забруднення атмосфери Землі знов дійшло цієї межі лише наприкінці XIX ст. Це підкреслює масштабність гірничо-металургійних робіт античності та наявність злободенних екологічних проблем, з якими людство вперше зіткнулося вже в римську епоху (варті уваги численні свідчення лікарів античності про хвороби, спричинені потраплянням в організм свинцю). Значне скорочення промислового виробництва, пов'язане з розпадом Римської імперії, чітко простежується через різке зниження концентрації свинцю у крижаному щиті Гренландії.

4. ЕПОХА СЕРЕДНЬОВІЧЧЯ

У розділі: *суспільно-історичні умови розвитку гірництва у Середньовіччі; тимчасовий занепад видобутку коштовних металів у Європі та розвиток гірництва в арабському світі й країнах Сходу; основні середньовічні центри видобутку і переробки золота та срібла; розвиток виробничих металів; роль артилерії як рушія гірничо-металургійних технологій; вплив на металургію азійських країн, зокрема Китаю, Індії та Арабського халіфату; основні європейські осередки видобутку міді та заліза; солевидобуток із розсолів; підземна розробка кам'яної солі в королівській копальні Величка; осередки й технології видобутку коштовного каміння Старого Світу: бірюзи, сапфірів, рубінів, алмазів; вірування й традиції гірників; перші алхімічні й наукові знання та енциклопедичні праці про гірництво й металургію.*

4.1. Благородні метали як основа розвитку середньовічного гірництва

Знов найшли ми в надрах темних
Багатюще джерело:
В володіннях попідземних
Ще такого не було.
Тож піди і скарб той вирий,
Що явила нам гора,
Царю щедрий, царю щирий,
Для загального добра.

Й. Гете «Фауст»

Суспільно-історичні причини формування нової епохи [52]

Зміна суспільно-економічних основ давнього світу засадами Середньовіччя всебічно вплинула на стан і організаційні форми

[52] Поняття «Середньовіччя» (лат. *Medium aevum*) вперше почало вживатися християнами в значенні тривалого проміжку часу між першим і другим пришестям Христа. Як складова історичної періодизації цей термін був пущений в обіг італійським вченим Флавіо Бйондо в праці «Декади історії, починаючи від занепаду Римської імперії» (1483 р.). Бйондо та інші діячі епохи Ренесансу окреслювали період Середньовіччя для того, щоб розділити «старі часи» (які ототожнювались із теократичним сприйняттям життя) із новітньою добою, що відроджувала класичну культуру за зразком античності. Сучасна історична наука обмежує середні віки V–XVII ст., виокремлюючи інтервали раннього, високого й пізнього Середньовіччя.

виробництва, що особливим чином позначилося на гірництві та металургії. Довготривала боротьба й одночасно взаємозалежність колишніх римського і варварського світів набули особливої гостроти у III–IV ст. нашої ери. Вирішальне значення при цьому мали три великі історичні процеси:

– невпинне прагнення на захід нових народів, що мігрували з Азії до Європи;
– поглиблення розколу між західною та східною частинами Римської імперії;
– поширення християнства на теренах римського світу та за його межами.

Картина доповнювалась кричущими соціальними негараздами та владними суперечностями Риму на тлі імперської мілітаризації суспільних відносин. Як пише Сальвіан Марсельський, «чимало римлян доброго роду й освіти знаходили притулок серед готів і франків, шукаючи римської людяності серед варварів, бо вже не могли терпіти варварської нелюдськості серед римлян».

Християнство, яке відкрило нову еру розвитку цивілізації, докорінно змінило світогляд давнього язичницького світу й сприяло глибоким соціальним перетворенням, що скасували рабовласницьку систему як неприпустиму в середовищі християн. У 313 році за Міланським едиктом імператора Костянтина Великого християнське віровчення дістало дозвіл на вільний розвиток, а трохи пізніше стало офіційною релігією Римської імперії, що своєю чергою слугувало однією з причин краху її рабовласницького устрою. Всебічна військово-політична поразка західної частини імперії й Велике переселення народів на її територію позначилися майже на всіх засадах духовного, суспільного та матеріального життя. «Світ увесь перечистився наново поколіннями свіжих народів Європи, формування яких почалося вже на християнському ґрунті» [53].

---

[53] *Гоголь Н.* Выбранные места из переписки с друзьями. О театре, об одностороннем взгляде на театр и вообще об односторонности // Полное собрание починений: В 14 т. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952.

Епоха глобальної перебудови західного світу викликала затяжний економічний спад. Обсяги видобутку руд і виплавки металів значно скоротилися, багато центрів з розробки руд були покинуті й забуті. Серед головних причин цього становища слід виділити кілька важливих, як-от: неможливість застосовувати в рудниках масову працю рабів за відсутності інших організаційних можливостей; витиснення або знищення через нашестя нових племен справжніх носіїв гірничих умінь і традицій (втрата знань); суттєве зменшення самої потреби коштовних металів, тобто зміни у структурі цінностей і орієнтирів людей.

Останній чинник був особливо вагомий. Слід зазначити, що більша частина Римської імперії була зайнята племенами кельтів, германців, слов'ян, які не мали культу «золотого тельця» й тривалий час відносили благородні метали до складу звичайних корисних матеріалів. Кельти в Галлії виковували зі сплавів золота лати й прикрашали ним зброю. Германці до знайомства з римлянами взагалі не видобували ні золота, ні срібла (тільки залізо). Тацит був шокований зневажливим ставленням германців до коштовних металів: «Можна побачити, що срібні посудини, які були подаровані посланцям і князям, використовують тут як звичайний посуд із глини». Хоча такі «варварські» погляди існували лише обмежений час, все ж провідники раннього Середньовіччя вже не мали нічого спільного з непомірною розкішшю і марнотратством римської знаті. Падіння імперії зумовило «відмирання» золотих грошей, а за сировину для обігу срібла (копії римських монет) правили здебільшого переплавлені предмети розкоші.

Значний вплив християнської церкви також стримував «ярмарок марнославства» в середовищі провідної верстви. Християнська проповідь поєднувалась із церковною забороною лихварської діяльності та створенням системи монастирського товарного господарства, що протягом кількох століть жорстко стримувало владу грошей і значне зростання грошової маси. Усе це сприяло тому, що на території Європи часів раннього Середньовіччя розробки коштовних металів майже припинилися, а окремі випадки

їх видобутку (наприклад, освоєння золотих розсипів на берегах Рейну та на землях Чехії) мали локальний, короткочасний характер. Основні гірничо-металургійні центри формувалися в цей період у країнах ісламу.

Розвиток гірництва в арабському світі та країнах Сходу

У країнах Сходу, де товарні відносини виявилися більш розвинутими, а об'єднання величезних територій під владою Арабського халіфату (VII–IX ст.) сприяло активному торговельному й культурному обміну, виникла велика потреба в грошових металах. На перше місце серед мірил товарної вартості вийшло срібло, яке зручніше перевозити, ніж необхідні предмети, що їх за нього можна придбати»(Аль-Біруні). Численні караванні шляхи, що йшли від Китаю до Північної Африки й Іспанії, здійснювали «кругообіг товарів»і «кругообіг срібла», пронизуючи торговельними відносинами не тільки величезні простори, але й сам світогляд східної людини.

Наприкінці VII ст. на землях халіфату було проведено грандіозну грошову реформу, в результаті якої з'явилися нові срібні монети — дирхеми. Майже на чотири століття вони стали зразком для всіх наступних грошей ісламських держав і основною «конвертованою валютою» всього цивілізованого світу.

Дотримуючись ісламської заборони зображати живих істот, на арабських дирхемах, на відміну від європейських монет, розміщували тільки написи.

Виконані у куфічній (орнаментальній) манері арабського письма, вони вміщували вислів із Корану, ім'я еміра (правителя області, де було викарбувано дирхем), назву монети, рік і місто. Нові гроші у досить стислий час забезпечили грошовий обіг неосяжного халіфату і вплинули на грошові системи як Європи, так і Східної Азії. Величезні скарби цих монет були знайдені навіть у Британії та Швеції (за даними Б. Нермана, у Скандинавії виявлено

понад 170 тис. таких монет, причому гроші вікінгів також карбувалися із середньоазійського срібла).

Запорукою такого успішного розвитку фінансової та торговельної системи, ювелірних і металообробних промислів були численні рудники Аравії, Персії, Афганістану, Середньої Азії, Південного Кавказу, а також Нубії, Західного Судану та Іспанії, які після завоювання арабами були досить швидко відновлені й активно експлуатувалися вже в період раннього Середньовіччя (на відміну від європейських родовищ, розвиток яких припадає здебільшого на пізнє Середньовіччя). Розглянемо основні центри, техніку та технологію видобутку й переробки благородних металів на середньовічному Сході.

Аравійський півострів з давніх часів був осередком видобутку золота й срібла. У південно-східному напрямку від Медини, у місцевості Махд-ед-Дахаб (що перекладається як «лоток для золота») виявлено свідчення потужного золотовидобувного промислу минулих часів. Крім ознак відкритих розробок, тут знайдено 55 старих покинутих рудників, найдавніший з яких Умм-Гарайят датований X ст. до Р. Х., а більшість експлуатувалася в VIII–X ст. нашої ери (за середньовічний період тут видобуто понад 30 т золота). Розроблялися гідротермальні родовища жильного типу, представлені витриманими кварцовими жилами та штокверками. Близько 40 % металу родовища перебувало у вигляді самородного золота, яке було доступне давнім гірникам. Район Ед-Давазимі площею близько 1000 км² здавна відомий як «срібний пояс» Аравії, де діяло понад 150 давніх рудників (більшість — у часи Арабського халіфату). Перський середньовічний автор Аль-Мустафі свідчить про розробку кольорових металів (у тому числі золота й срібла) на морському узбережжі сучасного Оману. Розробки жильних родовищ золота мали місце у гірських масивах Ємену ще в доісламський період і суттєво збільшилися в часи халіфату.

Видатний учений-енциклопедист Сходу Аль-Біруні (X–XI ст.), описуючи багатий рудний район Зарубан у Південному Афганістані, де, окрім золота, видобували срібло, свинець, мідь, залізо,

наводить цікаві приклади розробок давнього часу й Середньовіччя: «У Зарубані знайшли золоту жилу довжиною в декілька ліктів, дуже тонку... а також у руднику Саршинак було знайдено масивний самородок золота розміром лікоть на лікоть, який витягали з жили протягом десяти днів». Значні родовища золота та срібла розроблялися в Хорасані (Східний Іран), про що маємо писемні свідчення X ст.

Ось як описує арабський вчений Аль-Якубі (X ст.) одне з поселень поблизу золотих рудників Нубії, відкритих ще давніми єгиптянами: «Ваді-ал-Алакі подібна до великого міста, у ній змішане населення золотошукачів, у ній ринки й торгівля... Ваді-ал-Алакі й те, що навкруги неї, — це рудники самородків; у будь-якому прилеглому місці працюють крамарі всіх племен, а крім купців, — чорні раби, що риють землю та вилучають самородки, схожі на жовтий арсен, які потім плавлять».

Важливим центром видобутку золота, який значною мірою контролювався арабами (спершу через торгівлю, а пізніше шляхом релігійного проникнення та військового завоювання) був Західний Судан [54] (середньовічні держави Гана, Малі та Сонгай у верхів'ях річок Нігеру й Сенегалу). Сталий видобуток розсипного золота спостерігався тут у IV–XIII ст., причому в IX–XI ст. ці території були основним постачальником золота до арабських і європейських країн й отримали у працях арабських вчених промовисту назву «країна золота».

Ґрунтовна праця Алі ібн Аль-Масуді «Промивальні золота й розсипи коштовного каміння» (середина X ст.) згадує Гану як величезну країну золота, що лежить південніше Сахари. Ісламський історик Аль-Якубі зазначав: «Цар держави Гана великий своїми чеснотами. У його країні є копальні золота, а під його владою знаходяться численні царі. І по всій цій країні — золото». Середньовічний географ Аль-Бекрі у «Книзі шляхів і держав»

[54] На противагу сучасному Судану йдеться про історичну область країн Західної Африки між Сахарою та Гвінейською затокою.

(XII ст.) писав про володаря Гани: «Коли в якомусь руднику країни цього царя знаходять золотий самородок, цар його забирає собі, а людям залишає від золота тільки тонкий пил. Якщо б не це, кількість золота в руках людей настільки б зросла, що воно б знецінилось. Самородки бувають вагою від унції до ритля (тобто від 28 до 406 г. — *Авт.*). Кажуть, що в царя є самородок, подібний до великого каменя». Через століття цей самородок згадував мандрівник Аль-Ідрісі: «У царському палаці є золота цеглина з одного суцільного шматка золота вагою в 30 ритлів. Аллах створив її цілим зливком, який не відливався у вогні й не оброблявся жодним знаряддям. Цей зливок — диковина, якої нема ні в кого, крім царя, це його виключний привілей. Цар гордиться ним перед іншими царями чорних».

Торгівля золотом здійснювалась арабськими купцями, які відродили торгові шляхи через Сахару, утворені ще Карфагеном і Римом (римляни, за азійським зразком, почали для пересування Сахарою споряджати каравани верблюдів).

Основним товаром обміну на золото була сіль. В арабському трактаті XI ст. зазначено: «Торгівля мешканців цієї країни йде на сіль, і сіль — це їх готівкові гроші. Її доставляють із підземних рудників країни берберів». Соляні копальні розташовувались у Сахарі, поблизу Тегази (північ Малі), що слугувала важливою перевалочною базою й місцем торгів. Ще одним центром торгівлі золотом був Тімбукту (арабська назва Білад-ед-Дехеб, тобто «Місто золота»). За посередництва арабів африканське золото потрапляло в європейські країни (перші флорентійські золоті монети карбувались із золота Гани). На середньовічних картах території Західного Судану супроводжувалися написом: «Тут збирають золото».

Особливих успіхів у справі відновлення давніх гірничих розробок досяг Кордовський халіфат на землях Іспанії, де, за свідченням В. І. Вернадського, «видобуток золота не завмер у часи Середньовіччя, а здійснювався зусиллями мавританських держав». Араби, що організували розробку кольорових металів у гірських масивах

на півдні Іспанії, використовували як дороговказ багатих родовищ покинуті рудники часів Карфагену та Риму.

Серед величезних територій об'єднаного ісламом Сходу найбільш потужним центром видобутку руд стала Середня Азія, де в часи Середньовіччя сформувалося славнозвісне товариство гірників, металургів, карбувальників, зброярів, ювелірів. Одними з найбільших осередків виготовлення виробів із золота й срібла були історичні області Хорезм і Согд (сучасний Узбекистан). Китайський хроніст VII ст. писав про срібні вироби Самарканда: «Звідси виходять найкращі художні речі». Араби, заволодівши Пайкендом, хвалилися, що «захопили таку велику кількість золотого та срібного посуду, що не можна й порахувати». Знамениті срібні чаші, тарелі, дзбани у вигляді тварин і птахів, що були вироблені в Хорезмі та Согді, зажили доброї слави на землях усього халіфату. Навіть боротьба із розкішшю, яку вели ісламські проповідники, та релігійна заборона використовувати срібний посуд не змогли витіснити художні вироби з палаців і ринків Сходу.

Видобуток значної частини благородних металів у VII–XI ст. був зосереджений у Середній Азії, у горах Західного Тянь-Шаню. Особливе значення для країн Сходу мали багаті родовища таких історичних областей, як Шаш-Ілак і Ферганська долина (Узбекистан), Кані-Мансур (Таджикистан), Шельджа (Киргизстан).

В Узбекистані в долині річки Ахангаран і її приток (область Шаш-Ілак) масштабні гірничі роботи розпочались у V–VI ст. Сама назва річки в перекладі з давньотюркського означає «долина майстрів металу». Економічне й культурне піднесення цієї області було пов'язане з гірничо-металургійним промислом і розпочалося ще до арабського завоювання. Багато родовищ на час приходу арабів були вже ретельно розвідані, там вели відкриті й підземні гірничі роботи. Араби сприяли подальшому розвитку промислів, і в X ст. Ілак нараховував уже 17 велелюдних міст, більшість яких була пов'язана із видобутком і переробкою поліметалічних руд.

Археологічні та гірничо-геологічні пошуки, які проводилися тут починаючи з 30-х років XX ст., дозволили скласти карту

середньовічних рудників, пунктів збагачення та плавлення руд. Підраховані об'єми давнього видобутку поліметалічних руд на території Узбекистану сягають (за даними Ю. Ф. Бурякова) величезних масштабів — близько 2,5 млн м³ (при цьому на руди срібла й свинцю припадає близько 1,25 млн м³, а на руди золота — до 600 тис. м³). Загалом у VIII–XI ст. було споруджено понад 10 тис. гірничих виробок.

Давні східні автори згадують у складі Ілаку потужний рудник Кухисім («Гора срібла») і срібний рудник Шаша, де карбувалися арабські дирхеми. Ібн-Хаукаль свідчить: «В Ілаці є монетний двір, де в обігу величезні капітали у вигляді карбованої монети». На грошах було розміщено напис: «В ім'я Аллаха викарбувано цей дирхем у руднику Шаша». Сучасні дослідження ототожнюють рудник Шаша з Лашкереком, а Кухисім — із Кані-Мансуром і Канджолом.

Розробка Лашкерекського родовища розпочалась у VII ст., а найбільш активна експлуатація його припала на VIII–IX ст. У зоні оруднення була вельми продуктивна ділянка завдовжки 1,2 км і завтовшки 15 м. Об'єм видаленої породи становив понад 300 тис. м³, середній уміст срібла у руді сягав 0,5 кг/т, а на окремих ділянках доходив до дивовижних показників — 3,5–4 кг/т.

Виробки Лашкерека повторювали форму рудного тіла й мали складну вигадливу конфігурацію. На кількох горизонтах від основного стовбура розходились горизонтальні й похилі виробки, які часом переходили в камери, а часом перетворювались на ніші, щілини, лази, формуючи розгалужені лабіринти. Максимальна глибина розробок сягала тут 300 м.

Аль-Біруні у книзі «Зібрання відомостей для пізнання коштовностей» (XI ст.) залишив найбільш давній опис форм заляган ня рудних покладів, що визначали форму, розміри й розташування виробок. Опис характеризує уявлення середньовічних учених і відповідає радше окремому випадку, ніж загальній картині, але велика увага, приділена геологічним знанням у праці Аль-Біруні, свідчить про сталий розвиток гірництва на родовищах Середньої

Азії. Автор пише: «Золоті жили, які йдуть суцільними стягами, або товщають, якщо йти ними, або тоншають. Прямування в бік тонкого кінця призводить до точки, де золото вичерпується, напрямок стовщування подає надію на досягнення зародка золота. Якщо жила розділяється, то з її відгалуженнями все повторюється так само, як і з суцільними жилами. Щодо того зародка, то стверджують, що він схожий на млинове жорно або трохи менший чи більший за нього, а ті жили розходяться від нього врозтіч, як промені від сонця».

Гірничі роботи виконувалися вручну знаряддями, які мало відрізнялися від інструментів Давнього світу. Основними засобами проведення виробок слугували кайла, кирка, молот, а також долото й молоток. Для руйнування найбільш міцних порід застосовували вогневий метод. Аль-Біруні стверджує: «У рудниках золота й срібла з цією метою розпалюють вогнища з дров та олії». Для розпалювання багаття за високої вологості гірничих виробок та нестачі кисню застосовували олію, яку спускали на значні глибини у посудинах із гарбуза.

Кріпили виробки тільки на ділянках, схильних до обрушень порід покрівлі. В експлуатаційних камерах споруджували опорні стовпи з породних блоків. У протяжних виробках застосовували Т-подібне кріплення у вигляді дерев'яного стояка й верхняка. Вельми оригінальним (як на той час) було кріплення, що передбачало встановлення поперечних балок під покрівлею виробки, один кінець яких розміщувався у видовбаній лунці, а другий опирався на дерев'яний підп'ятник на протилежному боці виробки, причому між балками настилали дошки (затяжку). Головні стовбури рудника кріпилися повним дерев'яним окладом, між замкнутими рамами якого розміщували стояки діаметром близько 15 см і завдовжки 1,2 м. Інструмент прохідників поповнився пилою й теслярською сокирою.

Для водовідливу на руднику Лашкерек проводили спеціальні дренажні штольні. Вентиляцію здійснювали шляхом збійки штолень з вентиляційними стовбурами. Для створення депресії

потоку повітря використовували різницю температур, особливо на значних глибинах. Припускають також застосування способів примусового нагнітання повітря. Як світильники (чираги) застосовували наповнені олією глиняні каганці з частково відкритим верхом, довгими зім'ятими носиками, невеличкою ручкою-петелькою й подеколи сферичним дном (такі світильники підвішувалися). Збереглися свідчення того, що згасання чирага (нестача кисню, надходження газів) було для рудокопів сигналом небезпеки й припинення робіт.

Завантажували руду дерев'яними лопатами, транспортували — волоком у шкіряних мішках або кошиках. Основним засобом підйому був коловорот (у Лашкереку археологи знайшли середньовічні бронзові та дерев'яні барабани коловоротів). До кожного рудопідйомного стовбура «прив'язували» якомога більше виробок на різних глибинах. Виявлено проміжні пункти перевантаження руд. Загалом Лашкерек є яскравим прикладом потужного рудника раннього Середньовіччя, розробка якого стала свідченням становлення спільноти середньоазійських гірників.

До видатних рудників Ілаку належить і середньовічний Кані-Мансур (тобто рудник Мансура), розташований поблизу селища Карамазар (Таджикистан), де вели розробку багатих жильних покладів срібно-свинцевих руд. Родовище складене вулканічними породами, що утворювали північно-західне крило Алмалисайської антикліналі. Усі рудні тіла тут залягають у зонах тектонічних порушень у формі жил, не витриманих за товщиною, з частим роздуттям і затисненням, тому тут характерні поклади у вигляді рудних лінз і штокверків. Металометрія породних зразків, отриманих із давніх експлуатаційних виробок, свідчить про те, що вміст срібла становив від 0,18 до 1,24 кг/т. Вірогідно, що в раніше видобутих рудних тілах ці показники були ще більшими.

Першим із європейських дослідників на рудник Кані-Мансур звернув увагу спелеолог І. Кастаньє (початок XX ст.). З часом було виявлено дві складові частини рудника — величезну витягнуту западину (так званий великий кар'єр) та підземну «головну

камеру» (пізніше у східній частині гори було знайдено численні виробки відносно невеликих розмірів). Виробки Кані-Мансура справедливо вважають одними з найбільших для свого часу. «Великий кар'єр» має форму відкритої щілини (траншеї), що простяглася на 350 м за максимальної ширини до 50 м і глибини — до 60 м. Борти кар'єру місцями опрацьовані вибоями невеличких виробок; з донної частини проведено видобувні стовбури та штольні, які кріпилися дерев'яними рамами (їх рештки виявили дослідники).

У східній частині кар'єр переходить у «головну камеру», яка є системою багатоповерхових камерних порожнин, що об'єднані спільним устям, загальною довжиною до 125 м, шириною до 75 м й висотою — до 50 м. Виокремлюють шість камерних виробок, найбільша з яких завдовжки 60 м, завширшки — близько 50 м. Тепер вона обрушена, причому зміщення породного масиву під час завалу розкрило інші давні виробки з дерев'яним кріпленням.

У районі Кані-Мансурського рудного поля виявлено декілька сотень невеликих виробок, представлених траншеями, шурфами та штольнями. Частина з них виконувала роль розвідувальних, що іноді переходили у видобувні. У виробках і навколо них знайдено велику кількість знарядь праці гірників: залізні кайла й долота, кам'яні молоти (у формі усіченої піраміди), товкачі, платформи, жорна для збагачення руд. Окремі ділянки виробок зберегли рамне дерев'яне кріплення. Устя вертикальних стовбурів облаштовували масивними дерев'яними окладами. Руду піднімали на поверхню за допомогою коловорота, використовуючи шкіряні мішки. Сумарний об'єм видобутих гірничих порід на руднику Кані-Мансур становив приблизно 500 тис. м^3. Із них було отримано приблизно 1,35 млн т руди й витоплено 240 т чистого срібла.

У межах рудника збереглися рештки середньовічного поселення гірників IX–XI ст., яке було повністю розкрите археологічними розкопками. Поселення включало житлові й господарські приміщення разом із кузнею та горнами відкритого типу. Виріз-няються будівлі громадського й адміністративного призначення.

На центральну вулицю виходило устя головного вертикального стовбура, який забезпечував спуск гірників у підземні виробки. Таким чином, можна говорити про потужну базу гірників-металургів Кані-Мансура, яка існувала протягом кількох століть.

Ще одне важливе поліметалічне родовище — Канджол (Стежка рудників), розташоване в Карамазарському гірничорудному районі поблизу м. Табошар. Структура рудного поля представлена Канджольським розломом, який простягся майже на 12 км. По всій довжині цього поля спостерігається безперервна смуга з 2,5 тис. гірничих виробок. Здебільшого це невеликі штольні, лише окремі з них доходять до 200 м. За два кілометри північніше Канджола виявлено величезне поле шлаків кольорових металів, а також залишки металургійних печей і будівель, збагачені руди, численні кам'яні й залізні знаряддя гірників-металургів.

Наприкінці X ст. розробки Чаткало-Курамінських рудників здебільшого припинились. Устя багатьох стовбурів і штолень було замуровано або замасковано. У XI–XII ст. розробки поновилися, але в менших обсягах (здебільшого через вичерпання рудних покладів). Перерва була пов'язана з політичними подіями, що призвели до загибелі держави Саманідів. З 996 року басейн Сирдар'ї перейшов під владарювання феодальної династії Караханідів, у XII ст. — до Каракитаїв, а пізніше до шахів Хорезму. У 1220 році ці райони захопили монгольські поневолювачі, що призвело до остаточного занепаду рудників. Окремі розробки поновлювались у часи панування Тимуридів, але вони мали локальний, незначний характер.

Скорочення видобутку на Чаткало-Курамінських рудниках у X ст. змінилося пошуками й освоєнням нових родовищ Середньої Азії. Серед найважливіших гірничо-металургійних центрів Сходу арабські джерела окреслюють історичну область Шельджа в горах Таласького Алатау (Киргизстан). Археологічні дослідження цього району підтвердили дані середньовічних учених, виявивши численні копальні та плавильні центри X–XII ст. Красномовною пам'яткою потужних розробок залишились срібні дирхеми, що карбувались із місцевого срібла у місті Таразі.

На окремих родовищах Шельджі ряди давніх виробок простяглися на декілька кілометрів, розкриваючи жили й жильні зони завтовшки від 0,1 до 1,2 м і завдовжки від 50 до 300 м. Вміст срібла у поверхні становив 0,3–0,5 кг/т (іноді доходив до 1 кг/т). Найбільше зосередження гірничих виробок простежується в долині річки Кумиштаг. Гірничі роботи велися з добрим розумінням умов залягання рудних тіл. Про це свідчить струнка лінія розвідувальних шурфів на родовищі Джол-Сай і розвідувальні штольні на Бабакані. Використовували різноманітні видобувні виробки: щілиноподібні траншеї, кар'єри, шурфи та штольні за напрямком залягання жил. Що вже в ті часи почали опановувати маркшейдерську справу, свідчить знахідка на руднику Джол-Сай сланцевої плити з вибитим на її поверхні планом спорудження гірничої виробки, в усті якої й було виявлено цю плиту.

Виробки здебільшого проводили по породах середньої міцності. Для їх руйнування використовували залізні кайла, долота та молотки, дерев'яні й металеві клини, на міцних порах застосовували вогневий метод. У горизонтальних виробках виявлено водовідливні канавки, що споруджувались уздовж стінки виробки й перекривалися сланцевими плитками. Більшість протяжних виробок залишали без кріплення, чому сприяла стійкість навколишніх порід. В окремих випадках застосовували дерев'яні стояки або рами. В експлуатаційних камерах залишали захисні цілики та складали опорні стовпи з породних блоків. Устя штолень, закладених у відносно слабких породах, підсилювали по периметру кам'яними плитами.

Срібно-свинцеві руди транспортували в мішках і кошиках, іноді застосовували «санчата» — дерев'яну скриню на полозках; підйом здійснювали коловоротом. Руду збагачували шляхом ручного подрібнення та водного промивання. Про це свідчать величезні відвали пустих порід і залишки давніх ариків, що підводили воду до місць водного збагачення. Повторне подрібнення проводили на жорнах гірничих млинів, рештки яких разом з численними жорнами дійшли до нашого часу. Виявлено навіть окремі гірські масиви,

у яких масово виокремлювали по контуру та відділяли жорна для збагачення руд. На території багатьох копалень знайдено металургійні шлаки та зруйновані печі. Аналіз шлаків свідчить про високе мистецтво гірників-металургів, які вміли витоплювати метали без значних втрат.

До унікальних розробок срібла XI ст. слід віднести родовище в Мургабському районі Таджикистану в долині річки Акджилги (Східний Памір). З кінця X ст. почала відчуватися гостра нестача «грошового металу», й до розробки намагалися залучити всі відомі родовища, навіть у важкодоступних районах високогірного Паміру. Центром видобутку стало дивовижне, загублене у високих горах місто гірників Базардара, яке перебувало під контролем караханідських правителів. «Місто під небесами» розташовувалось на північних схилах Північно-Алічурського хребта на терасовому уступі на висоті 3940 м над рівнем моря [55]. Розкопуючи місто, археологи виявили храм вогню, караван-сарай, адміністративні й житлові будівлі, цвинтар. За припущеннями, в поселенні могло мешкати приблизно 1,5 тис. жителів. Оскільки природно-кліматичні умови Східного Паміру виключають можливості землеробства, то всі рослинні продукти, як і промислові вироби, доставляли здалеку караванами. Рідкісні природні умови (майже повна відсутність гнилісних бактерій) зберегли до нашого часу багато виробів із тканини, паперу, навіть харчі.

Підземні виробки Базардари представлені штольнями зі змінними напрямками та стовбурами, здебільшого похилого залягання, що мали криволінійні контури з невитриманим перерізом. Виявлено також щілиноподібні траншеї, пройдені вздовж рудних тіл на глибину до 10 м. Довжина виробок — від кількох метрів (ніші) до 60–80 м, в окремих випадках сягала до 300 м (штольні,

[55] Ще вище, на висоті майже 5000 м, було закладено рудник у верхів'ях річки Сасик (права притока Мургаба, Таджикистан). Це вважають за рекордне досягнення в усій історії гірництва. Загалом рудники Паміру та Анд за висотою розташування упевнено тримають першість.

стовбури). Руйнування порід здійснювали за допомогою залізних доліт (клинів) та молотків. У виробках знайдено добре збережене дерев'яне кріплення, світильники (чираги), дерев'яні лопати, залізні клини та інший гірничий інструмент. Залишки небагатьох плавильних печей свідчать, що на поселенні проводили тільки пробні плавки, основну ж частину збагаченої руди транспортували до Ферганської долини, що підтверджено багатьма археологічними знахідками.

Привертають увагу технології збагачення руд і витоплення благородних металів, які застосовували на рудниках Середньої Азії, зокрема у гірничо-металургійних селищах Ферганської долини. Здебільшого збагачення здійснювали безпосередньо поблизу гірничих виробок. На потужних руднях виокремлювали спеціальні рудорозбірні майданчики, іноді вони обслуговували декілька стовбурів і штолень. Спочатку руди подрібнювали кам'яними або залізними молотами, відтак — товкачами й тертками в ступах і на платформах. На багатьох майданчиках знайдено жорна з грубозернистою поверхнею для розмелювання подрібнених руд. Застосовували також «мішджани» — камені, закріплені на товкачах. Ось як описує процеси збагачення Аль-Біруні: «Золото іноді поєднане з камінням, ніби сплавлене з ним, тоді воно потребує розмелу, який проводять на млинових жорнах, хоча товчіння за допомогою мішджана вдатніше й краще забезпечує його якість».

Де можливо, використовували силу плинної води (водне збагачення), для чого підводили спеціальні арики. В інших випадках збагачувальні майданчики розміщували поряд із найближчими річками або струмками. Пусту породу відділяли шляхом багаторазового промивання у великих тазоподібних посудинах. Частинки породи, що видалялися з них, зносилися течією струменя у потужні відвали, нашарування яких поблизу значних рудників сягають у товщину 10 м і більше.

Для отримання золота широко застосовували спосіб амальгамації. «Коли руда золота дроблена й змелена, — пише Аль-Біруні, — його (золото) відділяють промиванням від породи, а потім

збирають за допомогою ртуті; після цього воно відтискається у клапті шкіри таким чином, що розчинене в ртуті золото виходить через пори шкіри, а потім ртуть видаляється випарюванням на вогні». Про поширеність цього способу свідчать численні знахідки поблизу рудників і в ремісничих районах міст долини Ахангарана. Це насамперед сфероконічні посудини для ртуті, яку протягом кількох століть добували в давньому руднику Хайдаркан (Великий рудник) у Ферганській долині (на території сучасного Киргизстану).

Металургія здебільшого концентрувалась у рабадах (ремісничих слободах) численних міст долини Ахангарана. Виняток становлять лише деякі великі рудники (Лашкерек, Канджол та ін.), які мали свої плавильні. Витоплення срібла із срібно-свинцевої руди здійснювалося трьома стадіями: отримання чорнового свинцю — плавленням у печах із відновлювальним процесом; отримання свинцево-срібного глету (оксиду свинцю) — нагріванням у відбивальних печах; рафінування срібла — окиснювальним плавленням.

За описом середньовічного вченого Аль-Хамдані, процес плавлення срібно-свинцевої руди здійснювали таким чином. Піч заповнювали шарами руди й деревного вугілля, після запалення якого забезпечували штучне нагнітання повітря в горно за допомогою міхів. Плавлення тривало декілька днів. Іноді для захисту металургів від шкідливих свинцевих випарів між горном і міхами споруджували огороджувальну стіну. Однорідна маса витопленого металу (свинцево-срібного сплаву) збиралася в донній частині печі, звідки її випускали назовні успеціальні форми, де вона застигала у вигляді зливка. Потім зливок розміщували в посудині, дно якої заповнювали золою, а поверх металу укладали дрова з ялівцю. Розпалювали багаття і міхами вдували повітря. Коли свинець перетворювався на глет, усередині його концентрувалось срібло. На нього накидали грубу ганчірку, яку рясно поливали водою. Свинець ставав золою, а зливок очищеного срібла витягали з плавильної посудини.

Вражаючі масштаби гірничо-металургійних робіт у Середній Азії, які були виявлені археологічними й геологічними експедиціями у XX ст., повністю відповідають численним описам і згадкам середньовічних арабських учених. Це вказує на провідну роль цих гірничопромислових районів у забезпеченні дорогоцінними металами країн ісламського світу й дозволяє провести аналогію між роллю рудних районів Західного Тянь-Шаню та Рудними горами Саксонії й Богемії, які дещо пізніше були основними постачальниками золота і срібла до королівств Європи.

Таким чином, після падіння Римської імперії у I тисячолітті після Р. Х. товарні відносини були більш розвинутими в арабському світі та країнах Сходу, що зумовило тут сталий розвиток гірництва. У цей час центрами видобутку благородних металів є: Аравійський півострів, Південний Афганістан, Хорасан (Східний Іран), Нубія (Африка), Західний Судан, Кордовський халіфат (Іспанія), а також низка районів Середньої Азії — Хорезм, Согд, Шаш-Ілак, Ферганська долина, Кані-Мансур, Шельджа тощо.

Розробка коштовних металів у середньовічній Європі

Помітний розвиток гірництва у середньовічній Європі спостерігався на початку II тисячоліття нашої ери і був пов'язаний із політичною і теократичною централізацією влади, розвитком економічної й фінансової систем, пожвавленням міжнародних торговельних відносин і, як наслідок, зростанням потреби в «грошових металах». Однією з важливих спонук до освоєння родовищ поліметалів був пошук фінансових ресурсів для організації хрестових походів і захисту Святої Землі, а також широке застосування срібла для виготовлення церковного начиння (у Європі срібло дістало назву «метал церков»). У зведеній таблиці (с. 160–161) наведено основні центри середньовічного видобутку кольорових металів у Центрально-Східній Європі, найважливіші з яких є предметом нашої розвідки.

На відміну від гірництва античності й середньовічного Сходу, де широко застосовувалася праця рабів і невільників, у християнській Європі початок масштабних гірничих робіт був пов'язаний з особливими організаційними формами, подібними до храмового служіння гірників-металургів давніх цивілізацій. Винятковим явищем в історії культури та техніки залишається особлива роль «білих ченців» (католицький орден цистерціанців), які в XII–XIII ст. заклали підвалини промислового освоєння головних рудних родовищ Центральної Європи, створили базу гірничо-металургійних знань і культурних традицій гірників.

Організованій діяльності цистерціанців передували несистематичні, локальні розробки, про які збереглося обмаль інформації. Найдавніші свідчення гірничої діяльності належать до середини VIII ст. Літописці повідомляють, що 760 року величезна кількість простих людей переселилася на південь від Праги, щоб промивати там річковий золотий пісок, причому нашестя було таким велелюдним, що наступного року в країні настав голод, оскільки сільське господарство залишилось без робочих рук. З того ж VIII ст. стали відомі розробки західними слов'янами жильного золота в районі Пршибрама [56] (Чехія). У «Хроніці Чеській» В. Хайєка наведено найдавніші чеські легенди, які оповідають про становлення перших княжих родів і одночасну розробку благородних металів поблизу Пршибрама. Його рудна площа обмежувалася горою Біркенберг, на узвишші якої розташовувалось містечко гірників. Більшість жил мало «залізну шляпу» глибиною близько 60 м (подеколи — до 120 м), яка й була основним об'єктом середньовічних розробок.

[56] Гірничі розробки срібла та золота поблизу Пршибрама тривали (з перервами) протягом багатьох століть. Імператор Рудольф II (1552–1612 рр.) надав Пршибраму статус «Королівського гірничого міста». 1875 року тут уперше у світі гірничі роботи досягли глибини 1000 м (шахта «Войтех»). Нині в місті працює Чеський музей гірництва.

Основні центри середньовічного гірництва Центрально-Східної Європи (за Т. Мікосем) [57]

Позначення центру	Країна	Назва центру	Найважливіші гірничі міста	Метали, що розроблялися
A	Німеччина	Нижній Гарц	Гослар, Раммельсберг	Срібло, мідь, свинець
B	Німеччина	Верхній Гарц	Клаусталь, Лаутенталь, Целлерфельд	Срібло, свинець
C	Німеччина	Мансфельд	Мансфельд, Айслебен, Фрідеберг, Ротенбург	Мідь
D	Німеччина	Тюрингія	Камсдорф, Альтенштайн, Купферберг	Мідь
E	Німеччина	Верхня Саксонія	Фрайберг, Аннаберг, Марінберг, Шнеєберг	Срібло
F	Німеччина	Вогтланд	Гайльсдорф, Доцкельберг	Мідь, олово
G	Австрія	Тіроль, Зальцкамергут, Каринтія	Кітцбюхель, Галл, Швац, Міттельберг, Філлах	Мідь, свинець
H	Чехія	Рудні гори	Митіна, Яхимів, Мідінець, Шпаня Долина, Рудна	Золото, срібло, свинець, мідь
I	Чехія	Срібні гори	Страконіце, Гартманіце	Срібло, золото
J	Чехія	Район Пршибрама	Пршибрам, Богутін, Міровіце	Золото, срібло

[57] На думку авторів, зведена таблиця може бути доповнена: на заході — Гессеном, зі срібними рудниками Франкенберга (Німеччина), на сході — Мужіївськими золотими рудниками (Закарпатська область України).

Позначення центру	Країна	Назва центру	Найважливіші гірничі міста	Метали, що розроблялися
K	Чехія	Район Їлове	Красна Гора, Їлове	Золото
L	Чехія	Район Табору	Ратиборжскі Гори, Кочин, Камберк	Срібло, золото
M	Чехія	Район Кутної гори	Кутна Гора, Вілемів, Горне Місто	Срібло
N	Чехія	Район Їглави	Їглава, Вискутна, Опатов	Срібло, золото
O	Чехія	Злати гори	Єсенік, Яворнік, Стара Рудна, Чарна Вода	Золото
P	Словаччина	Нижньословацький округ	Банська Штявниця, Банська Бистриця, Нова Баня, Кремниця, Боца Глубока	Срібло, золото
R	Словаччина	Верхньословацький округ	Гельниця, Смольник, Мнішек	Мідь
S	Румунія	Семиграддя	Байя-Маре, Байя-Спріє, Рошія Монтане, Бакарамб, Брад, Байя-де-Арієс, Златна	Золото, срібло
T	Польща	Краківсько-Верхньо-сілезький округ	Битом, Тарновські Гури, Олькуш, Славкув	Срібло, свинець
U	Польща	Нижня Сілезія	Злотий Сток, Злотория, Сребна Гура, Нова Руда, Мєдзянка	Золото, срібло, мідь
W	Польща	Свєнтокшиський округ	Мєдзяна Гура, Кєльци, Явожня	Мідь, срібло, свинець
Z	Польща	Таржаньсько-Пєнінський округ	Новий Тарг, Санок, Навойов	Поліметали

Відомо, що окремі гірничі розробки вели на території сучасних Франції та Німеччини (родовища Гарца) за царювання Карла Великого (VIII–IX ст.), що дозволило карбувати срібну монету із зображенням імператора. У той самий час в Англії король Оффа також розпочав карбування пенса, срібло для якого видобували на родовищах Корнуелу. На молитовнику короля франків Карла II (IX ст.), інкрустованому композицією зі слонової кістки, було зображено процес підземної розробки руд. 868 року чернець Отфрід згадує у своїх записах видобуток франками «руд міді, заліза й срібла», а також знахідки золота серед узбережних пісків Рейну. Під час правління імператора Священної римської імперії Оттона I (друга половина X ст.) були відкриті поклади срібла у Саксонії, а також нові родовища поліметалів у горах Гарцу. Подальша розвідка та експлуатація цих родовищ, а також виявлення багатьох інших рудних багатств Середньої Європи були пов'язані з гірничо-металургійною діяльністю «білих ченців».

Цистерціанці створили принципово новий тип організації християнських ченців — орден (1118 р.), метою якого стала внутрішня економічна колонізація Центральної та Східної Європи [58]. Назва «цистерціанці» походить від першої обителі ордену — монастиря Цистерціум, заснованого 1098 року на місці поселення Сіто в Бургундії. Більш поширена назва «білі ченці» пояснюється білим (світло-сірим) чернечим одягом служителів ордену, який на довгий час став першим загальноприйнятим одностроєм (форменим одягом) гірників.

Монастирі ордену росли, як гриби після дощу: у середині XII ст. їх було вже 350, а наприкінці століття — понад700. Цьому значною мірою сприяв авторитет проповідника і містика Бернарда Клервоського, який був натхненником Другого хрестового походу (на його честь цистерціанців називають ще бернардинами). В

[58] Провід «економічного ордену» цистерціанців підтримував створення «військового ордену» тамплієрів і деякий час був впливовим покровителем рицарів Храму.

аскетичному житті й фізичній праці «білі ченці» вбачали шлях до приборкання «духу спокуси» та гарантію незалежності монастиря від світу. На відміну від інших чернечих монастирів, цистерціанцям не дозволялося жити з чужої праці, мати залежних селян і васалів. Багато часу «білі ченці» присвячували господарській діяльності, опановуючи одвічні ліси й пустища, розвиваючи будівельну справу, гірництво й металургію. Монастирі цистерціанців ставали осередками економічного розвою навколишніх незаймани територій. Завдяки масовому чернечому служінню фізична праця, яку в часи пізньої античності вважали справою негідною, втратила недобру славу й стала суспільним моральним обов'язком.

На гірничих роботах цистерціанці працювали групами, куди входили ченці, конверси [59] та представники громад (здебільшого сільських), з яких пізніше сформувалися професійні артілі гірників. Абати та старші ченці керували планомірною розвідкою придатних для розробки родовищ, організовували видобуток руд, зберігали й удосконалювали гірничо-металургійні знання й технічні навички. Опорними пунктами гірничої діяльності були адміністративні центри нових монастирів, котрі просувались далі на схід — у Саксонію, Богемію, Моравію та Сілезію. Високий рівень рудознавства та надзвичайні успіхи «білих ченців» у справі розвідки й освоєння родовищ поліметалів пов'язують як з ефективною організаційною структурою ордена, так і з доступом до знань давнього світу та ісламського Сходу. Бібліотеки цистерціанців були найбагатшими зібраннями давніх рукописів з усієї ойкумени, а хрестові походи на Близький Схід та реконкіста в Іспанії, де християнський світ зустрічався з мусульманським, доповнювали давні знання досягненнями ісламського Сходу. Цистерціанці вважали опанування й поширення гірничої справи Божим дорученням і сенсом свого життя.

[59] Селяни, які прийняли чернечу обітницю, але мешкали окремо від братії.

Одним із перших великих центрів розробки кольорових металів на території Європи, де цистерціанці розгорнули видобувну діяльність, став гірський масив Гарца (Центральна Німеччина), оточений низкою багатих рудних родовищ. Нижній (південно-східний) Гарц зосереджував потужні Мансфельдські родовища міді, Верхній (північно-західний) Гарц — поліметалічні родовища, багаті на срібло (Клаустальське плоскогір'я, Раммельсберг) та золото (район Лаутенталя–Вільдемана).

Найбільше рудників було зосереджено в околицях гори Раммельсберг. Відкриття родовища датують ще 962 роком, але потужний центр видобутку срібла формувався тут починаючи з XIII ст. Історію відкриття рамельсберзького срібла М. Ломоносов зобразив як щось випадкове: «...пригодою було знайдене багате Раммельсберзьке гірниче місце під час полювання німецького імператора Оттона I. Цей государ, перебуваючи у Гарцьких горах, розважався здебільшого полюванням і послав колись свого мисливця на ім'я Раммель у місцевий ліс для ловитви дикого звіра, за яким той гнався до великої гори, де тепер рудники закладені у великій кількості. Оскільки він не міг за дичиною вгору на коні діставатись, то й прив'язав коня до дерева, а за звіром пішки погнався. А коли до свого коня назад повернувся, то побачив, що кінь, ждучи свого хазяїна, землю копитом розрив і вибив із неї якесь важке світле каміння. Узявши це каміння, Раммель привіз його й показав самому імператорові, який … пересвідчився, що воно містить у собі метал, тому повелів заснувати промисли на цьому місці. Та гора й нині ім'ям згаданого єгеря Раммельсберг зветься».

На початку XIII ст. цистерціанці заснували монастир у Гослярі, що став пайовиком раммельсберзьких рудників. «Білі ченці» відкрили велику кількість потужних рудних покладів, навчали вірних людей мистецтва розвідки, видобутку та плавлення руд, ставали вихователями місцевих гірників. Раммельсберзьке родовище — єдине вусьому Гарці срібне родовище, не пов'язане з жильною формою покладів. Основна маса срібла містилася в мідному та залізному колчедані. Про масштаби покладів свідчить тисячолітня,

майже безперервна розробка тут срібла (експлуатація завершилась у 1988 р.). Приклади гірничих робіт різного часу збережені в унікальній шахті-музеї, яка увійшла до списку Всесвітньої культурної спадщини ЮНЕСКО. Підземна траса рудника включає велику кількість старих гірничих виробок (найдавніша штольня датована 1150 роком) і оригінальних гірничих машин.

У Центральній Німеччині (західніше Гарца) існував іще один потужний центр видобутку срібла, який розташовувався на землях Гессену (родовище Франкенберг). Його геологічною особливістю був осадовий характер руд, коли срібло переносилось у розчинах на значні відстані від місць утворення своїх первинних сполук і осаджувалось на органічних речовинах (здебільшого деревині). Михайло Ломоносов згадував: «У Німеччині уславлений перед іншими у Гессенському ландграфстві Франкенберг, який мідь і срібло в собі містить. Там випало мені не без здивування бачити не тільки дерево, але й цілі снопи, що скам'яніли й мають у собі мідну та срібну руду, так що в деяких колоссях зерна чистим сріблом обросли». Видобуток срібла у Гессені розпочали в XII ст., а століттям пізніше тут карбували срібні двобічні пфеніги. Розробка родовища тривала (з кількома перервами) до XIX ст., причому 1776 року було виявлено ще один багатий поклад із самородним сріблом.

Майже одночасно з родовищами Гарца й Гессена поліметалічні руди були знайдені в Рудних Горах [60], що лежать на прикордонні Саксонії та Богемії (сучасної Східної Німеччини та Північно-Західної Чехії). Початок масштабного розвитку гірництва в Рудних Горах відносять до XII ст. і зауважують близьке в часі опанування як їх західної (саксонської), так і східної (чеської) частини.

Знаючи про досягнення «білих ченців» у царині видобутку корисних копалин, місцевий феодальний володар маркграф Отто Майсенський виступив фундатором заснування монастиря

[60] Німецька назва Ерцгебірге (*Erzgebirge*), чеська — Крушне Гори (*Krusne Hory*).

цистерціанців Альтцелле (1162 р.) і передав їм прилеглі території, на яких розташовувалися первісні, незаймані «чорні ліси» [61]. 1180 року цистерціанці відкрили тут великі родовища поліметалів, що спричинило прибуття багатьох досвідчених у гірництві ченців (значною мірою з монастиря Валькенрид) та рудокопів без чернечого чину. У 1188 році поселення гірників дістало статус міста «на вільній горі» (*auf dem freien Berg*), назва якого скоротилась у Фрайберг (Freiberg). Місто на довгі роки стало важливим центром видобутку кольорових металів, осередком примноження гірничих знань і традицій.

Цікавою історичною подробицею є факт вилучення у цистерціанців після відкриття багатого срібла маркграфом Отто Майсенським колись подарованих їм рудних земель. Спроби самостійного видобутку руд і витоплення срібла силами підданих маркграфа зазнали повного краху. Маркграф зі «щирим каяттям» знов звернувся до чернечого ордену з проханням взяти на себе володіння рудниками, одночасно оголосивши свободу гірничих розвідок і промислу для всіх охочих. Цей майже курйозний випадок розкриває причини особливого становища гірництва у феодальному світі, що було зумовлено неспроможністю ведення гірничо-металургійних робіт будь-ким, за межами вузького кола знавців руд і металів. Спроби самостійного оволодіння різноманітними гірничими знаннями за умов специфічного інформаційного простору того часу не мали успіху. Саме тому монастирі цистерціанців, а надалі професійні гірничі об'єднання мали винятковий статус, який надавав їм особливі можливості та права.

Збереглися документи, які підтверджують те, що «білі ченці» працювали в рудниках Фрайберга до XIV ст., а численні легенди та перекази про вмілих ченців-гірників живуть у Саксонії досі. Проголошені свободи гірничого промислу сприяли утворенню багатьох гірничих артілей, які спершу були підпорядковані

[61] Німецькою мовою «чорний ліс» — Шварцвальд, що дало ще одну доволі поширену назву цьому гірничодобувному району.

цистерціанцям, а з часом стали самостійними товариствами. Монастир Альтцелле стояв біля витоків перших гірничих шкіл, які існували протягом століть і переросли у славетний університет — Фрайберзьку гірничу академію (у статусі школи — з 1702 р., академії — з 1765 р.). Значна частина золота німецьких рудників, які розроблялися ченцями, також ішла на церковні потреби: раки святих, оклади євангелій, дароносиці, єпископські посохи тощо.

Важливим центром на саксонському «шляху срібла» було місто гірників Шнеєберг. Значної слави воно зажило завдяки знайденню тут 1477 року найбільшого самородка срібла масою у 20 тонн. Через дивовижно великі розміри та масу самородка його не вдалося транспортувати цілим через гірничі виробки. За свідченнями, на місці виявлення самородка гірники спорудили підземну камеру, а брилі срібла надали форму стола. Саксонський герцог Альбрехт разом зі своїм почтом спустилися в шахту й відсвяткували за срібним столом щасливу знахідку гірників Шнеєберга.

Не менший скарб подарували Саксонії гірники Аннаберга. На їх пожертвування художник Г. Гессе виготовив і розписав вівтар у міському соборі св. Анни, який став справжньою «візитною карткою» середньовічного німецького гірництва, шедевром художньо-релігійного мистецтва. Фрагменти цього твору розкривають особливості гірничо-металургійних технологій XVI ст., передаючи автентичний вигляд рудень і атмосферу тогочасних гірничих робіт.

Поруч із Саксонією величезні багатства східної частини Рудних гір були виявлені в Богемії й Моравії. Відкриття тут потужних родовищ срібла історичні джерела також пов'язують з діяльністю «білих ченців». У 1142 році на прохання чеського князя Мирослава цистерціанці заснували перший у Богемії монастир у селищі Сідлець, що за 60 км на схід від Праги (до кінця XII ст. у Чехії діяло шість монастирів ордену). Близько 1230 року ченці відкрили великі поклади срібла в Їглаві (прикордоння Богемії й Моравії) й почали розробку цих родовищ. Місто Їглава славилося «срібною церквою гірників» — собором св. Якова. 1249 року права і

свободи гірників були офіційно закріплені особливим доповненням до міського статуту Їглави, положення якого становили основу майбутнього Гірничого кодексу.

Близько 1260 року на просторих землях Сідлецького монастиря цистерціанці виявили одне з найбагатших родовищ срібла, яке стало головним скарбом чеських королів. Згідно з переказами, відкриття здійснив монах-рудознавець Антон, який раніше прославився успішними пошуками рудних покладів Їглави. Поголос про «незліченні багатства» сідлецьких надр привернув сюди тисячі ченців і гірників-артільників із Саксонії, Гарца та Моравії (поруч із професійними гірниками рухались у пошуках кращої долі маси посполитих). Новоприбулі компактно осідали групами вздовж доріг поблизу родовища, утворюючи гірничі поселення. 1290 року відбулося достопам'ятне «скупчення народу в Кутні», яке стало середньовічним прообразом «срібних лихоманок» нового часу. За описами самовидців, місцеві рудні мали дивний вигляд: серед хаотичного нагромадження дерев'яних хижок, шинків, лазень, продуктових комор розташовувались виробничі ділянки, плавильні печі, устя гірничих виробок. Одне з найбільших поселень мало назву Кутна Антиква (в перекладі з латини — стара чернеча ряса), що дало назву місту Кутна Гора (німецька назва — Куттенберг [62]), яке наприкінці XIII ст. об'єднало всі поселення гірників поблизу Сідлецького родовища.

У Кутногорському рудному районі площею близько 30 км² залягали 12 поліметалічних жил, що містили срібло, мідь, цинк і олово. У період найбільшого розвою (XIV–XV ст.) у руднях і на витопленні металу щодня працювали 2,5–3 тис. осіб. За рік рудники давали 3–5 т срібла й 50–100 т міді. Протягом усієї експлуатації

[62] Більшість гірничих центрів Богемії, Моравії та Сілезії мала одночасно як слов'янські, так і німецькі назви, що зумовлено прибуттям у місця освоєння нових родовищ гірників із німецьких земель, а також політичним впливом Священної Римської імперії, куди деякий час входили землі західних слов'ян.

родовища (XIII–XVII ст.) було видобуто 2 тис. т срібла та близько 20 тис. т міді.

У XIII ст. глибина шахт становила від 20 до 150 м, а в другій половині XIV ст. деякі стовбури були завдовжки 400 м. У Кутній Горі на початку XV ст. уперше в історії гірництва гірничі роботи досягли глибини 500 м і більше (славнозвісний стовбур «Віслюк»). Рудні жили розробляли на кількох горизонтах, споруджуючи видобувні виробки в напрямку залягання рудного тіла. Розміри й форма виробок відрізнялися значною розмаїтістю: від вузьких штолень висотою в зріст людини до просторих камер із площею перерізу в декілька десятків квадратних метрів. За знаряддя праці гірникам правили долота, молотки, кирки, лопати, молоти. Освітлювали виробки олійними лампами, які іноді закріплювали на голові гірника. Руду підіймали за допомогою ручних коловоротів, а з XV ст. з цією метою застосовували кінний рушій, який дозволяв доставляти вантажі до 1 т із глибини 200 м. Над устям стовбура і механізмом кінного рушія споруджували гострокінцеві, подібні до східних наметів укриття, велика кількість яких надавала місцевості особливого архітектурного колориту.

Гірниче право у середньовічній Європі як фактор розвитку гірництва й нових суспільних відносин

Спроби цистерціанців підпорядкувати величезну кількість прибулих до Кутної Гори старателів монастирському статуту наштовхнулись на спротив гірників, яких енергійно підтримував чеський король Вацлав II. Він відчував загрозу потрапляння до впливового чернечого ордену основної частини видобутого срібла, яке оминало його королівську скарбницю. Для організації самоврядування гірників і забезпечення ефективної роботи рудників 1300 року було розроблено й затверджено Королівський гірничий кодекс (Ius regale montanorum), який закріпив за гірниками особливий статус і численні привілеї.

Гірниче право відіграло особливу роль у становленні вільного підприємництва й нових виробничих відносин у гірничо-металургійних центрах феодальної Європи, слугувало запорукою правових взаємин при розбудові європейського промислу, забезпечувало надійний захист від феодальної сваволі. Слід зауважити, що відповідні своєму часу гірничі закони існували вже в античну добу, проте були втрачені й забуті.

В епоху Середньовіччя ще у Шварцвальді маркграф Отто Майсенський спробував запровадити деякі гірничі свободи як намагання протиставити гірниче самоврядування монополії ордену цистерціанців. Перший гірничий статут був укладений архієпископом міста Тренто (Північна Італія) 1208 року. Саме для розробки срібних гір поблизу Тренто та районів залежного від нього Тіролю (Західна Австрія) прибули гірники зі Шварцвальда (Саксонія), які принесли свої виробничі звичаї й традиції. Ці організаційні норми становили основу перших формалізованих приписів архієпископа Федеріко Ванга. Згідно з ними той, хто знаходив придатну до витоплення руду, отримував рудне поле площею 9100 м² і був зобов'язаний закласти на ньому щонайменше три шахти. Хазяїн землі (король чи князь) стягував з гірника десяту частину з його видобутку й надавав право розпоряджатися рештою на власнийрозсуд [63]. Власник землі не мав права перешкоджати пошуку й видобутку руд. Завдяки цим правам і багатим поліметалічним родовищам альпійських надр гірники Тіролю створили славетний центр із видобутку кольорових металів. Потужні рудники срібла зосереджувались у Фалькенштайні (поблизу Шваца), де постійно працювали 5–7 тис. гірників. Місцевий видобуток срібла на початку XVI ст. (часи найбільшого розвою) сягав 11 т на рік.

Родовища Шваца представлені жилами бляклих мідних руд, які вміщують срібло. Вони розташовані на західному продовженні

[63] Пізніше крім збирання 10 % податку власнику землі додалося право купувати за твердою ціною (часто заниженою) від 30 до 50 % видобутку.

поясу жил Міттерберга. Видобуток вели в горах на висоті близько 1200 м, глибина шахт у пізньому Середньовіччі сягала 800 м. До ручного вичерпування води постійно залучали до 600 робітників (становище змінилося, коли мешканець Зальцбурга А. Лассер винайшов механічну черпалку). Гірничі права, започатковані в Тренто, лише частково поширювались на гірників Тіролю. Значна частина доходів від експлуатації рудників Шваца належала тірольським Габсбургам.

Гірнича законотворчість продовжувала розвиватись у чеській Їглаві (приписи 1249 року), але найуспішнішим документом став «Королівський гірничий кодекс» Вацлава II (1300 р.), який є взірцем високої професійної культури укладачів. Він включав не тільки комплекс практичних рекомендацій щодо організації та ведення гірничих робіт, але й затверджував законні права на вільний характер гірничої справи, регламентував економічні відносини між гірниками, їх об'єднаннями (артілями), цеховим керівництвом, вкладниками грошей, власниками земель та державою в особі короля. Це був закон надзвичайно сміливий для свого часу, він забезпечив основи вільного поступу гірництва в Чехії і став прецедентом для аналогічних підходів у інших королівствах. Майже без змін цей кодекс був прийнятий на великих словацьких рудниках у Банській Штявниці (німецька назва — Шемніц) і під назвою «Шемніцьке право» значно поширився в Центральній і Східній Європі [64].

[64] Цікаво, що спроба поширити європейську практику унормування гірничого права в Росії не увінчалася успіхом. Перший гірничий статут Росії — «Берг-Привілей» Петра I — був прийнятий лише 1719 року і включив у себе тільки частину прогресивних положень чеського кодексу 1300 року. Спроби В. М. Татищева упроекті «Гірничого статуту» 1734 року перейти на європейські позиції були відхилені російським урядом. Така сама доля спіткала проекти сенатора В. Ю. Соймонова 1804 і 1823 років. Проблеми гірничого права зберігають свою актуальність і сьогодні.

Гірничі осередки пізнього Середньовіччя

Розвиток морського флоту й пожвавлення міжнародної торгівлі, центром якої в XIII–XIV ст. стає Венеція, зумовлюють зростання потреб у благородних металах для карбування монет, видобуток яких зосереджується в Центральній Європі. На початку XIV ст. в Кутній Горі був заснований центральний монетний двір Чехії, що зробило місто гірників другим за значенням містом королівства. Завдяки масовому карбуванню тут так званого празького гроша [65], що мав твердий вміст срібла, була усунена роз'єднаність грошової системи багатьох країн, значно активізувалась європейська торгівля, а Прага стала одним із найважливіших культурних і політичних центрів середньовічної Європи.

1516 року в Чехії у долині святого Йоахіма (Юхима) було відкрито багате родовище срібла. Туди зійшлися гірники Чехії, Німеччини й Словаччини й утворили місто Санкт-Йоахімшталь (тепер м. Яхимів поблизу Карлових Вар). 1519 року тут було відкрито монетний двір, де розпочали випуск важкої срібної монети високої проби — йоахімшталера. На аверсі монети був зображений небесний покровитель рудника св. Йоахім, на реверсі — лев, герб Чехії. Йоахімшталери стрімко розходилися всією Європою (тільки в XVI ст. було виготовлено 10,4 млн цих монет) і набули статусу еталонної монети, яку почали карбувати також в інших країнах (на заході ці монети називалися за кінцевою частиною слова — талери [66], а на сході — за передньою — єфимки). У Санкт-Йоахімшталі розпочав дослідну діяльність у царині мінералогії й гірництва

---

[65] Назва «грош» походить від рідкісної італійської монети XII ст. *grossus denarius* (товстий динар). Чеські гроші набули такого широкого міжнародного обігу, що в багатьох слов'янських мовах (зокрема в українській) це слово закріпилось на позначення поняття грошей назагал.

[66] Від талера пішла й назва американського долара, запровадженого 1787 року.

основоположник гірничої науки, автор фундаментальної енциклопедичної праці «De Re Metallica» Георгіус Агрікола.

Видобуток золота в Чехії зосереджувався в районі Пршибрама, Їлова, Єсеніка тощо. Здебільшого розробляли поліметалічні руди, де золото було лише одним із корисних компонентів. Найбагатші родовища були зосереджені на прикордонні Моравії та Сілезії в районі Єсеніка в Златих Горах (Північно-Східна Чехія). Численні відомості про гірничу колонізацію Східних Судетів походять з XIII ст., під кінець якого виникла справжня «золота лихоманка», причому потоки старателів стікалися зусібіч — як із Чехії, так і з Польщі, а родовища ставали предметом гострих феодальних чвар. Основною базою гірників стає поселення Злати Гори (за назвою навколишніх гір), якому опавський князь Миколай 1306 року надав міські права, а в 1339-му — передав місто разом з копальнями королю Яну. Потужний гірничий осередок Златих Гір сформувався в місті Єсеніку, заснованому 1267 року вроцлавськими біскупами. Воно виникло по сусідству з рудниками для подальшого розвою місцевого гірництва (з XVI ст. Єсенік стає основним центром з видобутку золота). Домінуючим способом видобутку була підземна розробка руд з розкриттям покладів системою штолень і стовбурів. Відомі випадки, коли під час проведення виробок знаходили значні золоті самородки масою до 1,8 кг (штольня «Трьох королів» тощо). Розсипне золото вилучали на місцевих річках і в струмках промиванням породного матеріалу в лотках. Про величезні масштаби видобутку руд у середньовічній Чехії свідчать численні гірничі церкви, вироби мистецтва, літературні джерела, ілюстрації книжок (навіть описи Гуситських війн пов'язані з гірничими об'єктами).

Один із найпотужніших гірничих центрів Златих Гір сформувався у Нижній Сілезії на родовищах Злотого Стоку (німецька назва — Райхенштайн, тобто «багатий камінь»). У 1249 році цистерціанці оселилися в Камінець-Зомбковицькому монастирі поблизу майбутнього Злотого Стоку й розпочали пошуки місцевих руд. Уже 1273 року вони отримали від Вроцлавського і

Краківського князя Генріха Пробуса гірничий привілей на розвідку та розробку корисних копалин. З XIV ст. починаються періоди стрімких злетів і падінь місцевого золотовидобутку, що пов'язано з різним умістом золота в рудних тілах (найбагатші включали близько 14 г/т). Хоча щорічний середній видобуток золота за XIV–XVI ст. становив приблизно 140 кг (близько 10 % від загального європейського), були окремі періоди, коли отримували в декілька разів більше, що прославило ці рудники по всій Європі. Агрікола писав у середині XVI ст.: «Золото знаходять у кількох місцевостях... Проте більше за інших зазнає розквіту золотий рудник у Райхенштайні». У місті карбувалися золоті монети номіналом 10 дукатів, які мали широкий міжнародний обіг. 1483 року Злотому Стоку надано статус гірничого міста, а рудокопам пожалувані кутногорські гірничі права.

Перші видобувні роботи проводили тут на північних грядах Златих Гір, на горах Ханяк, Хрестова і Солтисей. Умісні породи представлені порушеними гнейсами, доломітовими вапняками, сланцями з украпленнями мармуру. Розроблялися поліметалічні руди, багаті на золото й арсен (арсенопірити та ін.), що супроводжувалися оксидами заліза, свинцю, цинку та міді. Поклади руд були представлені жилами й лінзами гідротермального походження, що залягали під кутом 55–80 °. Довжина деяких рудних тіл сягала 150–180 м, а товщина — 25 м. Гірничий масив мав численні диз'юнктивні порушення.

Спочатку білі ченці вели розробку експлуатаційними шурфами, які закладали на виходах рудних тіл. Пізніше, коли неглибокі виходи руд було вичерпано, розпочалося спорудження розгалуженої системи підземних виробок. Розкриття здійснювали типовою для гористої місцевості комбінацією стовбурів і штолень, що забезпечувало природну вентиляцію й гравітаційний водовідлив. Від штолень відходили експлуатаційні штреки, які іноді переходили в камери.

Для руйнування гірських порід масово застосовували вогневий метод. Оскільки руди містили до 30 % арсену, вогневі роботи

спричиняли виділення отруйного газу, який суттєво шкодив здоров'ю гірників і навіть призводив до їх загибелі. Прикметно, що в процесі витоплення золота виділення арсену було ще більшим. Під час плавлення руд, яке тривало декілька днів, населення змушене було залишати свої оселі й перечікувати металургійний цикл у навколишніх лісах.

За роки експлуатації родовища було видобуто 16 т золота й близько 125 т арсену. Загальна протяжність гірничих виробок, що розмістилися на 21 горизонті, становить близько 200 км (без урахування стовбурів і шурфів). На руднику збереглася значна кількість оригінальних гірничих виробок, що дозволило утворити тут шахту-музей золота. Найдавнішою виробкою підземної траси є штольня «Княжа», спорудження якої було розпочато 1501 року. У перерізі вона має характерний для середньовічних виробок вигляд вузької витягнутої трапеції. На її контурі вирізняються сліди роботи кайла та гірничих молотків («борозни» в породі), а також плями від кіптяви світильників. «Чорна штольня» є прикладом протяжної виробки, що експлуатувалась і розбудовувалася з XVI–XIX ст. Це дозволяє відстежити «типові рішення» різного часу — від вузьких ділянок XVI ст., що споруджувались за допомогою доліт і молотків, до циркульних склепінь XIX ст., пройдених буропідривним способом. До експозиції шахти-музею увійшли також давні штольні «Емануель» і «Гертруда», видобувні виробки, а також оригінальні знаряддя праці золотарів і золоті дукати, що карбувалися у Злотому Стоці.

Значний розвиток гірництва благородних металів був пов'язаний зі Словаччиною, яка з XI ст. входила до складу Угорського королівства. У XII ст. почав формуватися потужний гірничий центр у Банській[67] Штявниці (Шемниць), що вперше згадується як поселення рудокопів у хроніках 1156 року. Значному прогресу місцевих рудників сприяло переселення на ці землі в середині XIII ст.

[67] Назва походить від латинського вислову *Terra banensium* (земля гірників), який закріпився за околицями Штявниці.

гірників із Саксонії та Тіролю. Їх запросив на спустошені монгольською навалою гірничі терени угорський король Бела IV.

Поліметалічне родовище Банської Штявниці представлене в основному гідротермальними кварцовими жилами довжиною до 7 км і товщиною рудних пачок до 10–15 м. Кут залягання жил– 60–70 °. Розкриття покладів здійснювали за допомогою стовбурів і штолень, від яких відходили численні штреки. Підготовчі виробки зазвичай були у формі високої трапеції заввишки 2,3–2,5 м, ширина якої в підошві становила 0,9–1,2 м, у покрівлі — 0,7–0,8 м.

Уявлення про гірничо-металургійні роботи на рудниках дає відома гравюра Е. Броуна, у центральній частині якої бачимо пристрій для ручного підйому та промивний жолоб, праворуч — рудорозбірний стіл, ліворуч — повітряні міхи для помпування повітря у вибій виробки дерев'яним трубопроводом. Поблизу гірничих виробок розташована плавильня, вище за течією струмка — водне колесо підйомної установки. Підземні роботи поєднуються з відкритою розробкою. Про масштабність гірничих робіт Банської Штявниці свідчать численні давні зображення, що зберегли вигляд «землі гірників» у часи її найбільшого розвою XVII–XVIII ст. Річний видобуток срібла в середині XVIII ст. становив близько 24 т, золота — 600 кг.

Рудники Банської Штявниці відомі численними технічними досягненнями. Привертають увагу надзвичайно протяжні гірничі виробки, спорудження яких демонструвало зразки високої гірничої майстерності. Так, 1400 року було завершено спорудження дренажної штольні завдовжки понад 6 км, яка пройшла безпосередньо під містом. У 1765 році завершено будівництво водовідливної штольні імператора Франца, довжина якої становила 30 км. Ерцгерцог Леопольд, який відвідав штольню напередодні завершення гірничих робіт, занотував у своєму щоденнику: «Як розкіш і краса цієї споруди, так і її неоціненна користь прославлять період правління Франца I і Марії Терезії та стануть уособленням вічної шани гірничому управителю Матею Зіпсеру, що очолював

будівництво». У XIX ст. були споруджені ще дві штольні довжиною 20 км. Нині частини цих раритетних виробок стали підземною туристичною трасою гірничого музею.

Значним кроком технічного поступу було запровадження на рудниках Банської Штявниці підривних робіт для руйнування гірських порід і проведення виробок. Перша письмова згадка про підривні роботи в рудниках збереглася в «Книзі гірничого суду» міста Банська Штявниця, де, зокрема, стверджується, що «тірольський гірник Каспар Вайндаль 8 лютого 1627 року провадив у штольні вибух, використовуючи чорний порох». Ця дата офіційно вважається початком застосування в гірництві підривної технології, хоча є непрямі свідчення використання пороху під час спорудження виробок у першій чверті XVII ст. також у Тіролі та Сілезії (рудник Злотий Сток). У Банській Штявниці були вперше впроваджені «вогнедіючі» й водостовпові машини. Щоб «залучити талановитих людей нації до вивчення гірництва», австрійська імператриця Марія Терезія заснувала тут у 1762 році Вищу гірничу школу, яка 1770-го дістала статус академії.

Славетним осередком видобутку руд срібла та міді була Банська Бистриця (Нейзоль), також розташована у Центральній Словаччині. Особливістю родовища була наявність у мідній руді високого вмісту срібла. До XV ст. Бистрицькі рудники незначно виділялися серед інших гірничих осередків.

У 1475 році король Угорщини Матіаш Корвін передав права на розробку декількох угорських рудних родовищ шляхтичу Йоганну Турзо.

Це був найвідоміший гірничий інженер свого часу, винахідник машин для водовідливу та кінних рушіїв для них і шахтного підйому (деякі його машини зображені у знаменитій книзі «De Re Metallica» Георгіуса Агріколи). Великою заслугою Турзо був винахід (за іншими даними — лише вдосконалення) технології вилучення попутного срібла із мідних руд, що ґрунтувалась на додаванні свинцю в шихту мідного витопу з подальшим виділенням срібла зі свинцево-срібного розплаву. Утворення спільної гірничої

компанії між Турзо і фінансово-промисловим домом Фуггерів [68] дозволило зосередити на рудниках Банської Бистриці значні ресурси, що привело до стрімкого розвою місцевого гірництва.

Оскільки вивозити срібло з Угорщини було заборонено, а експорт мідної руди не підлягав жодним обмеженням, Якоб Фуггер і Йоганн Турзо заснували три потужні мідеплавильні підприємства в Польщі, Австрії та Німеччині, які переробляли руди з Банської Бистриці й альпійських рудників Фуггерів з метою отримання срібла та міді. Ці металургійні підприємства розташовувались у селищі Могила (під Краковом), у Філласі (Каринтія) та Хоенкірхені (Тюрингія). «Каравани» з багатою на срібло мідною рудою вирушали з Банської Бистриці тричі на рік. Зазвичай використовували до 220 возів, кожен із яких тягли четверо коней, які перевозили близько 1100 т збагаченої руди на відстань до 1600 км (у разі постачання в Хоенкірхен). Розвиток міжнародних відносин у гірництві та металургії значним чином сприяв утворенню потужних промислових об'єднань, капіталізації економіки Європи.

Якщо великі осередки видобутку срібла у Банській Штявниці й Банській Бистриці розташовувались на лівобережжі Грона, то великий центр видобутку золота у Кремниці лежав на правому березі річки. Річка Грон начебто розділяла золоту й срібну частини Словаччини. У 1328 році селище гірників Кремниця отримало привілей королівського міста, в якому було створено монетний двір. Рудокопам подарували гірниче право (на кшталт кутногорського), а сама Кремниця увійшла в унію семи головних гірничих міст королівства.

Розробку покладів вели штольнями, які проводили рудною жилою. Для забезпечення вентиляції та підйому штольні сполучали з вертикальними стовбурами. Використовували відкатку руди шахтними вагонетками. Для подавання в Кремницький потік додаткової води було споруджено канал завдовжки 21 км, який

[68] Докладніше про становлення гірничо-металургійної монополії Фуггерів із Аугсбурга дивись у підрозділі 6.1.

забезпечував роботу водних коліс, що приводили в дію всі рудникові механізми. Протяжність найбільших штолень перевищувала 15 км. Річний видобуток золота у Кремниці в середині XIV ст. сягав близько 1 т, що становило приблизно половину всього світового видобутку того часу, або 5/6 європейського видобутку золота. Крім того, тут щороку витоплювали близько 3 т срібла. З часом потужність Кремницького родовища зменшувалась. Так, у другій половині XV ст. щорічний видобуток золота коливався в межах 300–320 кг, а в першій половині XVI ст. — знизився в середньому до 170 кг. У цей час першість в Угорському королівстві перебирають на себе золоті рудники Трансільванії — Руда (м. Брад), Германштадт (м. Сибіу) та Надьбанья (м. Байя-Маре) на території сучасної Румунії.

Серед інших важливих центрів видобутку коштовних металів (переважно срібла) слід відзначити родовища на півночі Європи, зокрема Кардіганшир (Уельс), Сільвберг, Сала (Швеція), Конгсберг (Норвегія). Прикметно, що початок їх розвою припадає на період пізнього Середньовіччя, причому значний внесок у їхній розвиток зробили гірники Саксонії. Стисло зупинимося на найбільш потужних рудниках.

Родовище Сала в Швеції розроблялося з 1282 року, але вихід на «велике срібло» було здійснено лише в XV–XVI ст. Поселення дістало привілеї гірничого міста в 1612 році, причому король Густав II передав родовище у розробку приватним гірничим товариствам. Геологічна будова району — це великий «скол», тобто головна тріщина в масиві доломітизованого вапняку довжиною 10 км і шириною понад 3 км. Рудне тіло представлене крутоспадним поясом завтовшки 3,5 м, від якого відходять системи більш вузьких прошарків. Головною рудою був сріблистий галеніт. Розробку вели відкритим способом, утворивши величезний кар'єр, з якого з часом почали споруджувати вглиб підземні виробки.

1623 року на півдні Норвегії було відкрито одне з найбагатших європейських родовищ срібла Конгсберг (королівська гора). Перший і найбільш багатий рудник мав назву «Королівський»,

а вже у XVIII ст. тут працювало понад 100 копалень. Період між 1704 і 1723 рр. був найбільш удалим.Річний прибуток у цей час перевищував 100 тис. талерів. Примітно, що в Конгсбергу розташовувся монетний двір, де й карбували ці талери. На монеті були зображені гірничі молотки під монограмою короля Данії та Норвегії Фрідріха IV. Руди представлені здебільшого самородним сріблом у вигляді суцільних дротинок, гілочок, ворси. Були й великі кристалічні самородки, маса яких сягала десятків кілограмів (найбільший — 252 кг — зберігається в Копенгагенській кунсткамері). Товщина жил — у межах від кількох сантиметрів до 1,2–1,5 м.

На початку XIX ст. рудники були збитковими, поклади вважалися значною мірою вичерпаними. Друге життя Конгсбергу дав його перший «Королівський рудник», де 1827 року було відкрито продовження південної жили з незвичайно великим вмістом срібла (глибина покладу — 405 м). Російський гірничий інженер Ковригін, який відвідав родовище у 1838 році, писав у «Гірничому журналі»: «Жоден зі срібних рудників Європи не може зрівнятися багатством своїм з рудниками Конгсберга. За меншого розвитку й нижчого ступеня виробництва вони дають більше срібла, ніж найбільш успішні рудники Гарца, Саксонії та Угорщини. Цей коштовний метал не міститься в самородному вигляді ніде такою кількістю, як у диких горах Скандинавії». Родовище в Конгсбергу експлуатували до середини XX ст. Загалом тут було видобуто 1270 т срібла. Максимальна глибина розробки сягала 1076 м.

Родовища Південно-Східної Європи, зокрема Балкан, тривалий час контролювалися Візантією, яка доволі швидко (протягом 2–3 століть) відновила давні римські розробки, причому основні зусилля були спрямовані на пошуки й розробку родовищ золота. Охорона кордонів імперії потребувала утримання величезної військової залоги, за наймання якої імперія розплачувалась коштовними металами. Не маючи можливості вести одночасні війни на різних напрямках, Візантія платила данину потенційним агресорам (франкам, лонгобардам, Київській Русі), для чого також були потрібні золото та срібло. Здебільшого цими металами

оздоблювали новозбудовані храми (так, на прикрашення величної Айя-Софії імператор Юстиніан дав 135 т золота). Починаючи з IV ст. у Візантії розпочався обіг золотого соліда, який без зміни маси (4,55 г) й проби золота (98 %) карбувався протягом 700 років. Це єдина незмінна монета у світі, яка мала такий довгий вік існування (цікаво, що від назви цієї монети походить слово «солідний»). Значну частину візантійського золота давали рудники Нубії (до захоплення їх арабами), а також родовища Балкан та Малої Азії, які після того, як ними заволоділи турки, почали занепадати.

Серед видатних центрів середньовічного гірництва Балкан слід назвати також Ідрію (Західна Словенія), де в 1497 році було відкрите потужне родовище кіновари. Ртуть забезпечувала добування золота й срібла з руд шляхом амальгамації. Варто уваги те, що на безліч європейських осередків видобутку благородних металів раніше припадало лише одне родовище ртуті в іспанському Альмадені. Кіновар Ідрії, значно зменшивши нестачу, знизила непомірно високу ціну ртуті.

Родовище відрізняється значною структурно-морфологічною складністю: система багатоярусних зсувних покладів неправильної форми поєднується з крутоспадними жильними тілами, мінералізованими зонами подрібнення та штокверками. Найбагатші руди простежуються в зоні контакту вапняків і насунутих на них сланців. Руда представлена вкрапленнями кіновари в глинистий сланець, причому накопичення корисного компоненту залежить від напрямку тріщин зсуву породного масиву. Окрім кіновари присутня самородна ртуть (5–20 %).

Відкриттю родовища допоміг випадок. Один із місцевих селян, витягши відро води зі свого колодязя, побачив у ньому незвичайні важкі кулі «рідкого металу». Знахідку показали рудознавцям, які визнали, що це була така жадана для них ртуть. Поблизу села розпочалися пошукові роботи й з'явилися перші промислові знахідки кіновари. Незвично багаті поклади були виявлені 22 червня 1508 року. Цей щасливий день став святом гірників і їхнього небесного покровителя Св. Ахація. З початку XVI ст. в Ідрії функціонувала

значна кількість малих рудників, причому гірничі роботи проводились не завжди професійно і, як наслідок, призводили до трагічних випадків. Найбільш резонансною трагедією, що сталася 1532 року й забрала життя десятків гірників, було обвалення покрівлі у величезній камері рудника через збільшення допустимих розмірів виробки та відсутність закладки виробленого простору. Упродовж століть гірники Ідрії вшановують пам'ять своїх загиблих побратимів на цьому «місці смерті».

Збільшення глибини розробки й складні умови, зумовлені недостатньою стійкістю вмісних порід, призвели до скорочення видобутку та ліквідації невеликих копалень. З 1580 року держава викупила всі рудники й зосередила видобуток у своїх руках. Хаотичні способи розробки змінилися пошуком найбільш досконалих форм видобутку та здешевлення процесів вилучення ртуті з руди. Для запобігання обвалам почали широко застосовувати закладання вироблених порожнин пустою породою. Розробку вели за допомогою ортів поверховим методом (висота поверху 10–15 м), виймаючи руду смугами висотою 2–2,5 м. Застосовувалась також камерно-стовпова система із залишенням целіків. Максимальна глибина розробки перевищила 400 м. Родовище експлуатувалося майже 500 років (законсервоване в 1978-му) і дало за цей час майже 200 тис. т ртуті.

Таким чином, потреба в благородних металах як найбільш коштовних і жаданих корисних копалинах, визначала переважний напрям розвитку гірництва середніх віків, формувала сталі об'єднання гірників, започатковані діяльністю чернечого ордену цистерціанців і захищені особливими привілеями (гірничими кодексами королів та імператорів). Це значною мірою формувало у надрах феодальної системи розвиток нових виробничих і суспільних відносин.

Середньовічні гірничі технології

Розвідки рудних покладів. Початку розробки рудних покладів завжди передували пошуки родовищ, які вели найбільш досвідчені гірники-рудознавці (найуспішнішими серед них протягом XII–XIV ст. були монахи-цистерціанці).Основні способи розвідок наведемо за працею Георгіуса Агріколи «De Re Metallica» (1556 р.), де узагальнено середньовічний досвід розвідувальних робіт, тогочасні раціональні та дивоглядні точки зору на пошукову справу. За Агріколою, найважливішими пошуковими ознаками й способами виявлення покладів є:

1. «Уламки руди, що виносяться потоком (води) із землі». Цілком по-сучасному звучать міркування: «Якщо такі уламки розкидані на поверхні землі й притому гладенькі, то рудні жили в більшості випадків розташовані від них на далекій відстані, бо потік, що захопив винесені ним частинки руд далеко від їх жил, встиг їх обточити, доки штовхав усе далі. Якщо ж ці уламки застряли в землі й шорсткі, це означає, що вони знаходяться поблизу від рудних жил». Використовують цей досвід пошуку рудних жил і сучасні старателі.

2. Характер рослинності над рудними жилами (рудним тілом): «…іній, який трохи біліє часами на всіх травах, за винятком тих, що ростуть над жилами» — ця цікава, але вже дещо призабута пошукова ознака ще зберігається в арсеналі польових геологів. Г. Агрікола пояснює: «…жили випускають із себе тепло і сухість, що перешкоджає згущенню вологи… отже, там, де мокрі трави не покриваються інеєм, під ними криється жила. Якщо вона сильно виділяє тепло, то земля народжує трави низькі й неприродного кольору». На переконання середньовічних гірників, «жили виділяють випари», тому якщо «в якомусь місці дерева, що ростуть довгим рядом, раптом втрачають свою свіжість і чорніють або рябіють або одне за одним валяться від вітру, там криється жила. Іноді також довгою смугою над місцем, де простягається жила, росте яка-небудь трава або який-небудь рід грибів, причому їх немає над породними прошарками».

Докладно описано дерева, які ростуть над рудними жилами. Їх листя «навесні має голубуватий або синюватий колір, гілки, особливо верхні, чорнуваті або забарвлені яким-небудь іншим неприродним кольором, стовбури розщеплені й деревина стовбурів і гілок також чорнувата або строката». Ці явища викликаються, на думку Г. Агріколи, «дуже теплим і висушувальним випаровуванням, яке, не щадячи коріння дерев, сушить їх і знесилює».

3. Чи не найбільшого авторитету й водночас навіть слави надприродної сили у гірничому мистецтві зажила «рудопошукова лоза» або «чародійна лоза». Про неї згадують окремі давні автори. Одні з них стверджують, що цей метод приносить їм найбільшу користь у знаходженні руд, інші це заперечують. Для пошуку різних металів користувалися різними рудопошуковими лозами, а саме: горіховими — для срібних руд, ясеневими — для мідних, сосновими — для свинцевих і особливо для олов'яних і, нарешті, залізними прутиками — для знаходження золота. Спосіб користування такими лозами доволі простий: «беруть рогатку з лози за її ріжки, стискаючи руки в кулаки; при цьому, однак, вважається обов'язковим, щоб стислі в кулак пальці були звернені до неба і щоб лоза тим кінцем, до якого сходяться обидві ріжки, була піднята догори. Потім шукачі руд з цими прутиками починають бродити гірською місцевістю. Як вони запевняють, щойно вони наступлять на жилу, їх лоза повертається донизу, вказуючи їм на родовище, а тільки відійдуть від місця розташування цієї жили, вона знову стає в їх руках нерухомою».

У праці «De Re Metallica» сформульовано п'ять умов, необхідних для того, щоб лоза виконувала своє призначення: «перша з них — це величина прутика, бо сила руд не в змозі повернути дуже велику палицю; друга — форма лози, бо якщо вона не вилоподібна, то сила, мовляв, не може повернути її; третя — сила руд, що мають властивість цього притягнення; четверта — правильне поводження з лозою; і, нарешті, п'ята — відсутність у лозошукачів якихось прихованих властивостей, що заважають впливу руд на неї».

Водночас лозоходство не було беззастережно прийнятим методом пошуку руд у давнину. І досі воно залишається предметом суперечок. Сучасна наука дає лише непрямі пояснення біофізичного методу пошуків, проте тривале й широке його застосування свідчить про помітний ефект «рудопошукової лози». Основний інструмент лозоходства — «чародійна лоза»(чарівна паличка або чарівничий жезл) — фігурує в дуже давніх оповідях. Так, у Другій книзі Мойсея описано чародійства єгипетських волхвів, що обертали жезли на змій: «І кинув кожен із них своє жезло, і стали жезла гадюками; та пожерло жезло Аронове їх жезла»(7:12). Коли народ Ізраїлю почав сваритися у безводній пустелі, Господь наказав Мойсею взяти свою палицю та йти до скелі в Горебі: «...і вдариш ти по скелі, і рине з неї вода, щоб напились люде»(17:6). В«Одіссеї» Гомера спостерігаємо, як богиня мудрості Мінерва несподівано перетворює чарівним жезлом старого Одіссея на юнака, а потім знову на старця, а чаклунка Цирцея подібним же чином перетворює товаришів Одіссея на звірів і повертає їм знову людську подобу; так само й Меркурій своїм берлом наводить сон на несплячих і пробуджує тих, хто спить. Таким чином, чарівна паличка (жезл), можливо, була застосована для пошуку руд як запозичення з таємничих практик ворожіння й чаклунства (таким же містичним вважався для багатьох і пошук руд).

Висновок самого Г. Агріколи стосовно «рудопошукової лози» однозначно скептичний: «справжній гірник, в якому ми хочемо бачити ґрунтовну і серйозну людину, не стане користуватися чарівною паличкою, бо хоч трохи досвідчена в природі речей і розсудлива людина розуміє, що "рогатка" їй у цій справі ніякої користі не принесе, але що вона має у своєму розпорядженні, як я вже указав вище, природні ознаки руд, якими вона і повинна керуватися».

4. Нарешті, серед способів виявлення родовищ Г. Агрікола називає розвідувальні гірничі виробки: «гірник закладає шурфи; якщо ж він руди тут не виявляє, то він близькими один до одного шурфами доти розвідує це місце, поки не наштовхується на вихід рудної жили».

Руйнування гірських порід. Після виявлення ймовірного місця розташування рудних покладів ставилось завдання розкриття їх гірничими виробками й подальшої розробки рудних тіл, що забезпечували технології руйнування гірських порід. Основним способом, який майже не змінився з часів Давнього світу, залишалося ручне відбивання грудок породи гірничими інструментами. У відносно слабких або порушених, тріщинуватих породах використовували традиційну кирку або її гірничий різновид — кайло. Проте найбільш поширеною була технологія відбивання породи залізним зубилом під ударами молотка. У часи Середньовіччя спосіб було вдосконалено: зубило насаджено на короткий держак, що унеможливило нанесення удару молотком по руці гірника, дозволило зменшити розміри й масу зубила. Прохідник брав у вибій «низки» змінних залізних зубил і використовував їх при затуплені чергового «робочого органа». Оскільки гірничими молотками було пройдено більшість гірничих виробок часів Середньовіччя, ці знаряддя праці стали найпоширенішим символом гірництва, який використовується й сьогодні.

Ще одним способом руйнування порід був клиновий спосіб. Він передбачав відділення досить великої брили руди (породи) шляхом утворення в заданому місці гірського масиву щілини, в яку вбивали залізні чи дерев'яні клини й ломи, чим відривали породний блок від гірського масиву. Надалі породний негабарит розколювали за допомогою клинів чи гірничих молотків.

Використання ручної праці й найпростіших інструментів для руйнування порід іноді поєднували з попереднім застосуванням вогневого методу, відомого з давніх часів (див. підрозділ 2.2). Оскільки середньовічна Європа ще рясніла лісами, в умовах міцних порід дуже широко застосовували обпалення гірського вибою. Перепад температур (підсилений водним охолодженням розпеченого вибою) призводив до утворення численних тріщин і порушень, що значно спрощувало подальше руйнування порід гірничими інструментами. Стримуючими факторами застосування цієї технології були нестача кисню для інтенсивного

підтримання багаття у деяких віддалених вибоях, що зумовлювалось проблемами вентиляції виробок, а також присутність у шахтному середовищі вибухонебезпечних газів і отруйних речовин у рудах (наприклад, наявність арсену), які звільнялися під час обпалення гірського масиву й загрожували життю та здоров'ю гірників. Проте більшість загроз не була на той час зрозумілою й не перешкоджала застосуванню вогневого методу. Вогонь, на думку середньовічних художників і вчених, був одночасно руйнівною й творчою силою.

Справжньою революцією в технології руйнування гірських порід стало застосування підривного способу. Використання пороху в гірництві відбувалося за аналогією з військовою «мінною справою», що передбачала підривання пороху в мінних камерах під мурами міст і фортець (раніше замість пороху підпалювали горючі матеріали, які знищували дерев'яні опори й призводили до обвалення камери й частини муру). Порох для підривання мурів вперше було застосовано турками 1439 року під час осади Бєлграда (тоді прикордонного міста-фортеці Угорського королівства). Історія зберегла ім'я найбільш уславленого в Європі майстра мінної справи — іспанського інженера Педро Наварро, який на початку XVI ст. зумів за допомогою пороху «відкрити»найбільш неприступні фортеці турецьких і французьких противників Іспанії. Перші в світі «мирні» підривні роботи, пов'язані з руйнуванням гірських порід, були розпочаті в 1548 році у Великому Князівстві Литовському (до складу якого входила й Україна). Микола Тарло за допомогою порохових зарядів підірвав скелі та кам'яні брили на річці Німан, чим забезпечив безперешкодне судноплавство цією транспортною артерією. Використання пороху в каменоломнях відоме з 1570 року (Каррара, Північна Італія). Початок застосування підривних робіт у копальнях датують за непрямими ознаками 1612 роком (рудник золота Злотий Сток, Польща), а за документальними свідченнями — 1627-м (рудник срібла в Банській Штявниці, Словаччина). У першій половині XVII ст. підривні роботи вели також на рудниках Фрайберга та Гарца (Німеччина).

Уже перші спроби утворення заповнених порохом ніш у підошві вибою гірничих виробок забезпечили відривання й подрібнення навколишніх порід, що значно прискорило темпи спорудження виробок. Наступним технологічним кроком було розподілення порохового заряду у штучних отворах (шпурах), утворених у породному вибої, замість зосередження всього заряду у його підошві. Це забезпечило ефект відбивання порід по всій площині вибою й подрібнення їх до зручних для навантаження розмірів. З другої половини XVII ст. починає розвиватися технологія видовбування (ударного буріння) отворів у породних вибоях за допомогою долотчастого бура та молотка або молота. Михайло Ломоносов у книзі «Перші основи металургії або рудних справ» так описав цю технологію: «Залізний бур довжиною в два аршини (1,42 м), товщиною в діаметрі два дюйми (5,08 см), на кінці з чотиригранним вістрям. Цим буром пробивають у твердому камені отвори, наповнюють їх порохом і, запаливши, величезні частини гори для полегшення праці відривають». Слід додати, що ударне буріння передбачало ручне обернення бура після удару, а також періодичне очищення шпуру від бурового дрібняку за допомогою стрижня з пластиною на кінці. Оскільки вістря бурів швидко спрацьовувались, прохідник мав комплект бурів різної довжини (буріння починали короткими бурами з більш широким вістрям).

Доволі складними та небезпечними залишались способи підпалення порохових зарядів. Якщо для передачі полум'я заряду, розташованому в підошві вибою, достатньо було утворити «порохову доріжку» заданої довжини (часу її горіння мало вистачити для укриття гірника в безпечній ніші), то підпалення зарядів у шпурах здійснювали за допомогою соломинок чи сірчаних ниток, що суттєво підвищувало загрозу життю підривника.

Доволі тривалий час руйнування порід вели за допомогою усіх вищезгаданих технологій та ручних знарядь, і лише в XIX ст. буропідривний спосіб отримав помітну перевагу над іншими.

Кріплення виробок. Магістральні виробки, пройдені в міцних породах, не кріпили. Вузька, витягнута форма перерізу сприяла їх

стійкості, причому деякі незакріплені виробки збереглися до сьогодні. Там, де спостерігали розшарування, зміщення або обвалення порід, застосовували дерев'яне кріплення. Кам'яну кладку почали застосовувати з середини XVI ст., причому царина її застосування обмежувалася здебільшого магістральними виробками з великим строком служби в умовах підвищеного гірського тиску. У камерах крім ціликів і мурованих з породи опор між підошвою та покрівлею виробки споруджували дерев'яні костри. Для підвищення стійкості породного масиву використовували закладку експлуатаційних виробок пустою породою.

Маркшейдерська зйомка. Визначення напрямків проведення виробок і їх розмірів, відстаней між підземними спорудами, величини рудних тіл і меж гірничих ділянок потребували складних інструментальних досліджень і особливих гірничих спеціалістів — маркшейдерів (нім. *Markscheider* — розмежовувач). Значний розвиток підземної геометрії спостерігався з кінця XIII — початку XIV ст. і був пов'язаний з утвердженням в Центрально-Східній Європі Гірничого права, яке відкрило широкі можливості для розробки руд, що в свою чергу потребувало підземного розмежовування численних гірничих ділянок різних власників, створення кадастру запасів тощо.

Ось як Г. Агрікола визначає завдання маркшейдерів: «Гірники вимірюють гірську товщу для того, щоб власники рудників могли заздалегідь зробити розрахунки, і для того, щоб їх рудокопи не заходили на чужі рудничні поля. Маркшейдер вимірює ще не пройдені відстані між устям штольні й шахтним стовбуром... визначає в штольнях та інших виробках межі, які достеменно відповідають межам відводу, встановленого бергмайстром на поверхні». Далі Агрікола підкреслює важливість точних маркшейдерських вимірювань: «Треба особливо стерегтися відхилення від правильної міри, оскільки якщо на початку роботи допущена за недбалістю вельми мала помилка, то вона може спричинити кінець кінцем великі хиби». Серед маркшейдерських способів і приладів Агрікола описує компас з поділеним на 12 частин колом і використання

його для зйомки гірничих виробок, вимірювальні рейки, рішення геометричних задач методом подібності трикутників.

У 1560 році німецький маркшейдер Ямнітцер винайшов підвісний компас (бусоль) і підвісне півколо, що дозволило орієнтувати похилі виробки. З 1574 року використовують компас із візирним приладом і покажчик кутів — вількенвайзер (прообраз теодоліта). Наприкінці XVI ст. маркшейдерські плани виконують у досить великих масштабах — від 1:2000 до 1:200, їм надають орієнтацію за сторонами світу, отримують розвиток вертикальні перерізи й профілі поверхні.

Водовідлив. Достатньо тривалий час найуспішнішим способом боротьби з водопритоками підземних і атмосферних вод було спорудження спеціальних водовідливних штолень, у які збиралися води з прилеглих виробок і самопливом скидалися на гірські схили. Проте в багатьох випадках (рівнинний рельєф, ведення розробок нижче рівня підошви гори, дуже велика відстань від рудного тіла до можливого місця закладання штольні) використати самоплив води було неможливо, що потребувало її вичерпування або відкачування, причому в разі значних водопритоків середньовічні гірники були змушені залишати навіть багаті розробки.

Коли води було небагато, її відводили в нижню частину вертикального стовбура (зумпф), звідки вичерпували цебрами або шкіряними мішками за допомогою звичайного коловорота. Як зазначають середньовічні автори (Агрікола, Льохнейс), в умовах розкриття родовища похилим стовбуром десятки й навіть сотні гірників мусили шикуватися вздовж виробки й передавати один одному відра з водою.

Серед механічних пристроїв широке застосування отримали норії та помпи. Норії (з арабської мови — водочерпалки) широко застосовувались для підйому води із водойм (водні колеса, оснащені черпаками) та глибоких колодязів (рушійне колесо й велика кількість посудин на замкненому канаті), спорудження яких було значно поширене в арабському світі. Через Кордовський халіфат та Іспанію ці технології підйому води потрапили в Європу й

почали застосовуватися в колодязях і копальнях. Удосконаленням водопідйомних машин займалися найкращі європейські інженери, зокрема Леонардо да Вінчі. Як привід рушійного колеса норій на рудниках використовували м'язову силу людини, водний потік або тяглових тварин (останні два типи рушія з'явилися на копальнях на початку XVI ст.).

На відміну від технології черпання, поршневі помпи забезпечували процес відкачування води дерев'яними трубами (здебільшого їх виготовляли зі стовбурів вишневих дерев). Нижню трубу закріплювали в зумпфі, причому на її кінець одягали плетений кошик для запобігання засмічуванню. Всередині труб на дерев'яних стрижнях рухались штоки. Верхня частина стрижнів входила в зачеплення з важелями, що рухались під час обертання валу. Рушієм валу міг бути водний потік, спрямований на приводне колесо. Головними недоліками таких помп була відносно мала продуктивність і висота піднімання води — зазвичай до 20–30 м, причому кожна секція піднімала воду на відстань до 4 м. Численні описи та рисунки складних і трудомістких водовідливних машин, що потрапили до середньовічних гірничих книг (серед них виділяються конструкції Швайпольта Фіоля з Кракова та угорського інженера Йоганна Турзо — співвласника промислово-банківської компанії Фуггера-Турзо), свідчать про наполегливі спроби гірників вирішити проблему водопритоків хоча б для малих глибин розробки. Проте вельми обмежені енергетичні можливості (сила водного потоку чи тяглових тварин) не були спроможні забезпечити ведення гірничих робіт у разі значних водопритоків. «Буває й так, що воду можливо було б відкачати машинами, але їх не використовують з тієї причини, що витрати на них перевищують прибуток від розробки відносно бідної жили» (Г. Агрікола).

Вентиляція. Чим глибше спускалися гірничі роботи, чим більше віддалялися від стовбурів вибої виробок, тим складніше було забезпечувати процеси подачі свіжого повітря та відведення небезпечних газів, тобто підтримувати в підземному просторі

копальні атмосферу, необхідну для безпечного ведення гірничих робіт. Це завдання здійснювалося головним чином шляхом природної тяги, яку створювала комбінація виробок, що мали вихід на поверхню (наприклад, стовбури, штольні) і сполучених із ними експлуатаційних виробок. Природну тягу забезпечували здебільшого шляхом спорудження по трасі магістральних підземних виробок вентиляційних стовбурів, відстань між якими зазвичай не перевищувала 200 м.

Одним зі штучних способів підвищення інтенсивності провітрювання виробок був підігрів вихідного потоку повітря, який здійснювали в донній частині відповідного вентиляційного стовбура. Для цього в стовбур опускали жаровню з розпеченим деревним вугіллям, яке створювало додаткову тягу й підсилювало ефективність всмоктувального способу вентиляції. Після прогоряння деревини жаровню підіймали й заповнювали знову розпаленим деревним вугіллям. У неглибоких шахтах підігрів вихідного потоку міг здійснюватися завдяки багаттю, що його підтримували в донній частині стовбура.

Для штучного нагнітання повітря у виробки застосовували декілька способів. Насамперед над устями вентиляційних стовбурів на поперечних балках розміщували перехресні дерев'яні щити, які спрямовували атмосферні повітряні потоки до стовбура. Такі пристрої покращували вентиляційний режим лише тимчасово, під час сильних вітрів. Інший спосіб примусової вентиляції забезпечували крильчасті віяла (крильчатка), що їх розміщували на коловоротi над устям стовбура, здебільшого в дерев'яних коробах (футлярах), що спрямовували рух повітря від обертів крильчатки до стовбура. Рушієм крильчатки найчастіше були самі гірники, що обертали вал, іноді використовували силу вітру (за аналогією з вітряком). Крім вказаних способів загальнорудникової вентиляції, яка забезпечувала вільний рух повітря виробками копальні, застосовувався спосіб місцевого провітрювання, коли повітря подавалося трубопроводом у віддалені вибої виробок. Основним пристроєм для нагнітання повітря в цьому випадку слугували шкіряні

міхи (подібні до ковальських), а трубопровід складався з дерев'яних труб (видовбаних зсередини стовбурів дерев).

Вентиляція гірничих виробок не тільки забезпечувала рудокопів свіжим повітрям, але й суттєво впливала на безпеку рудників. Виділення в гірничі виробки отруйних і вибухонебезпечних газів загрожувало катастрофічними наслідками. Вибухи в копальняхфіксуються в літературних джерелах з XVI ст. Недостатні енергетичні можливості рушіїв тогочасних вентиляційних пристроїв не могли забезпечити виведення шкідливих газів. Вони накопичувалися в покрівлі виробок і загрожували при певній концентрації нищівними вибухами. Для запобігання цьому лиху гірники періодично мусили випалювати метан факелами, попереджуючи тим виникнення його вибухонебезпечної концентрації. Гірники, які спалювали газ, перед початком роботи одягали на себе вивернуті й змочені водою кожухи, рукавиці, шапки, що закривали обличчя, але уникнути опіків вдавалося не завжди. Іноді метан не вигорав, а вибухав, забираючи життя шахтарів, що стали з ним на двобій. Смертельна боротьба людини з природними небезпеками надихала багатьох митців художніми засобами відобразити героїзм гірників і зберегти його в пам'яті людства. Приміром, випалювання метану в камерах Королівської копальні солі Величка знайшло відображення в літературі, картинах, скульптурі, причому назви творів: «Покутники», «Пекельна їзда» — промовляють самі за себе.

Спуск-підйом гірників, транспортування корисних копалин. Для потрапляння в копальню гірники використовували пішохідні штольні, а у разі розкриття покладів стовбурами — спускання драбинами або канатами. У вертикальних стовбурах використовували здебільшого дерев'яні ярусні сходи, для спускання в камери або природні печери (з яких вели розробку) споруджували одну велику драбину від устя до підошви виробки. Зазвичай драбини нічим не огороджувались і спуск-підйом гірників був небезпечним для здоров'я й навіть життя. Це підтверджував і Агрікола: «Іноді рудокопи, зірвавшись з драбин, ламають собі руки, ноги,

шию або тонуть у зумпфі». Значне поширення отримали способи спуску-підйому на канатах, які рухались від обертання коловорота. Обертали вал гірники, якіпрацювали на підйомі, або коні (через приводні колеса). Задля зручності спуску гірників канат оснащували кошиками або петлями для сидіння.

«Оскільки існує багато похилих стовбурів, рудокопи іноді сідають на шкуру, підв'язану ззаду до стегон, і з'їзжають униз, подібно хлопчикам, які взимку спускаються з гори-ковзанки. Щоб не впасти, вони тримаються однією рукою за канат, верхній кінець якого закріплений на балці в усті шахти, а нижній — на тичці, вбитій у підошву нижнього майданчика шахтного стовбура»(Г. Агрікола).

Для транспортування видобутих руд і гірської породи використовували здебільшого ручну працю (фізичну силу) людини. Іноді гірники вантажили руду в шкіряні мішки або плетені кошики й виносили на собі горизонтальними чи похилими виробками. Зрідка використовували «гвинтові» стовбури. Крім мішків і кошиків, у ходу були корита, які видовбували з деревних стовбурів. Їх наповнювали рудою й переносили на собі, підвішуючи на ременях. Загалом спосіб доставки руди «на плечах» не був серед гірників популярним: чимало людей швидко втомлювалися, а грошові видатки найманим носильникам були надто високі (інша справа — гірничі розробки Давнього Світу, коли, за твердженням Плінія, раби весь видобуток із рудників виносили на собі). З огляду на це найбільш поширеною була рудникова відкатка гірських порід тачками чи візками.

Середньовічна тачка майже не змінилася з часом і мала в давнину «цілком сучасний» вигляд: короб з одним колесом та двома ручками за які брався гірник, перевозячи руду штольнею або поверхнею рудника. Крім того, для відкатки використовували візки (прообрази майбутніх вагонеток) — дерев'яні ящики, оббиті залізними штабами й кутниками, що мали чотири дерев'яних диска-колеса. Відкатник тримав руками тильну частину візка й штовхав її перед собою. Цікаво, що «оскільки під час руху він (возик)

видає звук, який дещо нагадує собачий гавкіт, його називають "собакою"» (Г. Агрікола). Найбільш поширеним у європейському гірництві був так званий «угорський собака», відмінною рисою якого були пари коліс різного діаметра. Його застосовували для відкочування руди вузькими, звивистими виробками, що йшли уздовж рудної жили. Колеса візка котилися дерев'яними дошками, настеленими на підошві виробки. При цьому гірник підштовхував «собаку» з боку малих коліс, через що візок легко керувався і був рухливим, коли прямував хвилястою трасою виробки.

У прямолінійних протяжних штольнях застосовували лежневі дороги. Конструктивно це колія з виступаючих або уритих врівень із ґрунтом дерев'яних поздовжніх брусів (лежнів). По них гірники вручну перекочували візки з рудою, причому сходженню вагонеток з лежневої колії запобігав направляючий стрижень, що входив упроміжок між лежнями, або додатковий проміжний брус. Згодом лежні набули округлої форми, а на колесах візків з'явилися жолоби. Слід зазначити, що лежні не тільки служили напрямними, а й сприймали основні навантаження, причому перекочування візка по рейках потребувало у кілька разів менших зусиль, ніж підошвою виробки.

Для підйому руд вертикальними стовбурами використовували цебра двох типів: малі (близько 40 л), які піднімали коловоротом вручну, та великі (близько 240 л), що транспортувалися за допомогою кінного приводу. Застосовували також кошики приблизно тієї ж ємності. Оскільки вони були значно легші за цебра, то дозволяли підняти більшу кількість руди. Іноді для піднімання відбитої гірничої маси застосовували мішки з бичачої шкіри.

Підіймальні машини, що їх використовували на давніх шахтах, — предмет особливої зацікавленості й уваги істориків гірництва (саме слово «машина» спершу означало підйомник). Г. Агрікола пише, що «вони були винайдені для відкачування води з глибин землі, куди не досягають штольні, а також для підйому матеріалів із шахтних стовбурів». При цьому він виділяє п'ять типів машин «для підйому сухих речовин із шахтних стовбурів».

Перша схожа на сучасний колодязний механізм і приводиться в рух двома чоловіками, які обертають вал, на якому накручено підйомний канат з серединою, прикріпленою до валу. На обох кінцях каната були підвішені залізні гаки, на які чіпляли дужки підйомних цебер. Коли за допомогою рукояток вал обертали, повне цебро піднімалося, а порожнє — опускалося. Підняту руду вивантажували з цебер у тачки чи вагонетки, які відкочували або у відвал (терикон) при проходці або на склад (штабель), з якого брали руду для дроблення й промивання.

Другий різновид підіймальних машин мав, крім рукояток, махове колесо і застосовувався на більш глибоких шахтних стовбурах. При підйомі з малої глибини на рукоятці працював один робітник, а другого замінювало махове колесо, при підйомі з великої глибини на рукоятках працювало троє робітників, а четвертого замінювало колесо. Після пуску вала рух його підтримувався інерцією махового колеса (іноді обважненого свинцем), і обертати його було набагато легше.

Третя машина мала вертикальний привод, який передавав рух на горизонтальний вал із намотаним канатом. Привод приводився в рух ногами робітників, які обертали ступінчасте колесо, відштовхуючись від його перетинок. Вантажопідйомність таких механізмів була більшою, але наявна зубчаста передача сповільнювала хід машини. Вантажі піднімалися з глибини до 180 футів.

Четверта машина піднімала ушестеро більші вантажі, ніж дві перші, і мала кінний привод. Поперемінно з шахтного стовбура піднімався наповнений цебер й опускався порожній. Якщо шахтний стовбур був глибокий, запрягали чотирьох коней.

П'ята машина конструктивно поєднувала третю і четверту. Нею обладнували шахтні стовбури глибиною до 240 футів. Крім того, її використовували для підйому вантажів з нижніх горизонтів на верхні. Практика підйому з горизонту на горизонт була поширена на глибоких рудниках, оскільки існуючі машини й обладнання не могли забезпечити одноразовий підйом з глибини більше 80–100 м.

Слід зауважити, що за допомогою згаданих машин піднімали не тільки сухі вантажі (руду, породу), але й воду, а також опускали в шахту лісоматеріали (колоди, дошки), підвішуючи вантаж до підйомного каната. Пристрої мали гальмівну колодку. Змочуючи її поверхню, змінювали силу зчеплення.

Збагачення руд. Уперше систематизував знання про збагачення корисних копалин Г. Агрікола у восьмій книзі своєї праці «De Re Metallica». Він виділив такі основні операції, застосовувані у збагаченні: селективне виймання, сортування, дроблення, подрібнення, грохочення, гравітаційні методи збагачення, промивання, амальгамування, а також підготовчі термічні методи (зокрема випалення), а також використання для збагачення корисних копалин рельєфу та природних потоків. Розглянемо стан розробленості цих технологічних процесів і операцій збагачення у середні віки.

Чи не вперше в гірництві Г. Агрікола описує селективне виймання рудокопами рудного матеріалу при розробці рудних жил: «цінну руду вони відкладають у рудопромивні корита, а малоцінну — кидають [окремо] в цебра». Якщо ж рудокоп не зробив цього на етапі виймання, то треба це зробити пізніше: «викопану руду треба уважно оглянути й відокремити частину, багату на метал, від частини, яка не має металу» (зараз цю операцію попереднього збагачення називають «рудовибірка» або «сортування»). Г. Агрікола так описує конструкцію рудорозбірного столу: «Найчастіше рудорозбірні столи виготовлені зі щільно підігнаних дощок довжиною 4 фути, така ж і ширина стола; до трьох сторін столу припасовані борти висотою 1 фут, передній же край, де знаходиться розбірник руди, відкритий». Для дроблення великих шматків «рудорозбірники кладуть на кожний рудорозбірний стіл твердий і широкий камінь». До рудовибірки на копальнях часто залучали не тільки чоловіків, але й жінок та дітей, які «проводять цілі дні за рудорозбірним столом».

Великі шматки руди розколювали молотами, дробили і товкли, після чого вибирали багаті на метал грудки, а пусту породу відкидали. Самородне срібло рудорозбірники сплющували, розрізали

залізними зубилами або ножицями на шматки і направляли на плавлення. Для захисту від пошкоджень професійні рудорозбірники XVI ст. використовували захисні рукавиці та «наножники», виготовлені з деревної кори.

Інколи перед рудорозбіркою руду піддавали термообробці (випалювали), що, по-перше, зменшувало її міцність, покращувало подрібнюваність і, по-друге, дозволяло видалити (випалити) низку шкідливих домішок — сірку, бітум, аурипігмент, реальгар тощо. При цьому вже в Середньовіччі було вироблено різноманітні способи випалення конусоподібних куп руди на відкритому майданчику й у спеціальних печах; з добавками купоросу, колчедану, з попереднім змочуванням водою; в одну, дві, три стадії. Інколи до випалювання видобутої руди її витримували в купах на відкритому повітрі — сонце, вітер, дощі, температурні коливання дещо розпушували рудний матеріал.

Подрібненню основної маси руд передував процес грохочення. Для виконання цієї операції використовували «короткий ящик» з мідною сіткою замість дна, який підв'язували до крюка на стовпі або гілки дерева. Робітник багато разів притягував ящик, заповнений рудою, до себе й відпускав його, вдаряючи об стовп чи дерево. При цих струшуваннях матеріал просіювався. Підрешітний продукт першого ящика (грохота) направляли в подібний «короткий ящик», але з меншими отворами сита, після чого ті ж операції повторювали (інколи змінюючи сита кілька разів). Для виділення найменших («пилеподібних») класів крупності застосовували мокре просіювання — шляхом прополіскування в діжці з водою.

Поверхнями просівання в таких грохотах були дротяні мідні та залізні сита, які підтримувалися прутами. Барабан сита — дерев'яний, виконаний у формі циліндра, скріплений залізними ободами. Чеські гірники для просіювання дрібнодисперсного матеріалу використовували також плетені кошики, які розгойдували й трясли у цебрі або діжці.

Дробленню піддавали окремі валуни й крупні класи руди (діаметром з горіх і більше), виділені при сортуванні, або шляхом

просіювання (грохочення). Основні ручні знаряддя для подрібнення руд — залізні кувадла й бияки на довгих держаках. Про них Г. Агрікола зазначав: «Широким боком цього залізного знаряддя робочі товчуть руду так само, як молотять зерно на току гладенькими дерев'яними ціпами, навішеними на ціповища».

Для механізації дробильного процесу надрешітний продукт піддавали дробленню ударним способом у дробарці, яку іноді називали «товчильний ящик». По суті, вся його конструкція була підпорядкована одній меті — механізації процесу товчіння крупного матеріалу на міцній підложці (дубовій колоді, камені або залізній плиті) спеціальними товкачами із залізними наконечниками. Пристрій зазвичай мав до десятка товкачів із залізними наконечниками й прямокутну робочу зону дроблення (з дубових колод, каменю або залізної плити). У Східних Альпах і Карпатах дробарки мали до 20 товкачів уряд і видовжену робочу зону дроблення. Товкачам надавали зворотно-поступального руху у вертикальній площині за допомогою обертів коловорота. Приводом, як правило, слугував водний потік, але іноді використовували й працю людини. Зрозуміло, що вся схема працювала у періодичному режимі разом з грохотом: спершу дробарку завантажували крупними грудками руди, потім приводили у рух товкачі, через якийсь час їх зупиняли, вивантажували подрібнену руду, просіювали її на ситі, завантажували нову порцію крупного класу руди разом з надрешітним матеріалом.

Проривне рішення у технології подрібнення порід застосував Йоганн фон Мальтітц (єпископ Мейссенський), котрий у 1512 році на саксонських руднях у Німеччині застосував замість сухого мокре дроблення (дроблення попередньо змоченого матеріалу), яке було більш ефективним. По суті, емпірично (без розуміння фізичної природи явища) чи не вперше під час збагачення корисних копалин було використано розклинювальний ефект, який чинить вода у порах і мікротріщинах, зменшуючи у такий спосіб міцність суцільного рудного матеріалу, що полегшує його руйнування. Сьогодні це явище відоме під назвою «ефект Ребіндера» й застосовується при

подрібненні різних корисних копалин, зокрема під час приготування водовугільного висококонцентрованого палива.

Крім описаних вище товчільних дробарок, для руд благородних металів застосовували також жорна водних млинів, які розтирали рудний матеріал у порошкоподібну масу. Інколи технологію подрібнення суміщали з операцією промивки, після чого метал вилучали із руди методом амальгамування. Його виконували в послідовно встановлених переливних ємностях (бочках), куди поміщали ртуть. Пульпа золоторудної муки послідовно надходила у кожну бочку (з верхньої до нижньої), де перемішувалася з ртуттю. Частинки золота при контакті з ртуттю створювали золото-ртутну амальгаму (сплав ртуті з металом), пуста порода виокремлювалась. Надалі ртуть випарювали зі сплаву й отримували золото.

Найбільшого ефекту збагачення досягали водним промиванням руд (гравітаційний метод). Г. Агрікола описує шість способів промивання металовмісних руд: «…у простому жолобі, у жолобі, який розгороджений дощечками, у великому баці, у короткому герді або планен-герді, похилому герді — шлемграбені, або на густому ситі». При цьому він називає ці способи «старими». У той же час застосовували й більш сучасні — модернізовані промивні машини, наприклад, двоповерхові промивні жолоби, нижнє й верхнє відділення яких розділяло залізне сито (поєднання грохота і жолоба).

Гравітаційне збагачення виконували в жолобах (шлюзах) різних конструкцій, сучасним аналогом яких є вашгерд. Техніка гравітаційного збагачення корисних копалин, зокрема золота, олова й інших металів розсипних родовищ з високою питомою вагою, а також гранатів у водних потоках, що течуть по похилій поверхні, досягла в часи пізнього Середньовіччя доволі високого рівня. Показником цього є залучення до збагачення найтонших класів — для їх уловлювання застосовували покриття дна промивних жолобів шкурами волів чи коней, сукном тощо (сьогоднішні аналоги — ворсисті шлюзи). Для підвищення ефективності збагачення у шлюзах мийник (зазвичай хлопець) мав весь час перемішувати

руду спеціальними гребками або струшувати жолоб. При цьому важкі часточки золота чи олова опускалися на дно й застрягали у ворсинах підстилки, а легші породні фракції вимивалися потоком води. Після накопичення значної кількості важкої фракції у ворсяній підстилці процес припиняли і сполоскували її в окремій посудині, вилучаючи цінний метал.

Процес промивання водою, який використовується й сьогодні, забезпечував відмивання від щільного матеріалу пухких глинистих і тонких піщаних фракцій, які вловлювались у фільтрах, а найтонші — у мулонакопичувачах. Цікаво, що нинішні шламовідстійники та мулонакопичувачі мали своїх аналогів-попередників у Середньовіччі. Так, у Саксонській Швейцарії на притоках Ельби у XVI ст. було влаштовано низку ставків-відстійників для тонкодисперсної оловоносної руди, і ці відстійники були частиною технологічного циклу промивальних рудень.

Г. Агрікола описує оригінальні способи гравітаційного збагачення (промивки) з використанням природних перепадів висот на шляхах водних потоків і невеликих річок (зокрема в горах). Суть технологічних рішень давніх гірників полягала у використанні снігових (льодовикових) або дощових вод для промивання корисних копалин. При цьому в ущелинах гір, на їх схилах влаштовувалися спеціальні штучні русла, канави, по яких спрямовувалися водні потоки. Після попереднього збагачення рудного матеріалу в таких природних умовах і сходження вод осад штучних русел (канав) видобувався і додатково збагачувався у промивних жолобах. Агрікола вказує тут на досвід португальців, які, ймовірно, використовували окремі технології ще давньоримських аргій.

Підсумовуючи основні риси гірничих технологій Середньовіччя, зазначимо домінування ручної праці на всіх напрямах гірничих робіт і одночасний пошук можливостей застосування машин і пристроїв, які використовують кінний, водний і вітряний рушії (вони стають поширеними здебільшого з XVI ст.). Технологічним переворотом для процесів руйнування гірських порід було застосування підривних робіт у гірничих виробках (1613 р.), що

заклало підвалини високоефективних прохідницьких і експлуатаційних технологій, які використовуються й сьогодні. Для європейського гірництва пізнього Середньовіччя характерні: спорудження виробок постійних перерізів, наявність схем їх раціонального розміщення у підземному просторі, функціональна спеціалізація виробок (експлуатаційні, транспортні, вентиляційні, водовідливні). Важливою організаційною подією розвитку гірничої техніки була офіційна підтримка винахідництва, чому сприяв авторитетний «Закон про патенти», прийнятий в Англії 1623 року (основні його положення збереглися в сучасному патентному законодавстві). Виплата підприємцями чималих премій винахідникам стала помітним стимулом удосконалення гірничих машин і технологій.

4.2. Виробничі метали

Правитель князівства У Хо-Люй наказав Гань Цзяну витопити сталь для меча.

Проте метал не піддавався вогню. Тоді Мо-Се, дружина Гань Цзяна, запитала, що треба зробити, щоб розплавити метал? Гань Цзян відповів: метал не плавиться, бо дух горна вимагає в жертву жінку. Мо-Се кинулась у плавильну піч, і метал розплавився. Два мечі, викувані з цієї сталі, були названі ім'ям Мо-Се.

Мао Цзо-Бень

Артилерія як рушій гірничо-металургійних технологій (шлях від Сходу до Заходу)

Європейське виробництво міді та заліза в епоху раннього Середньовіччя зазнало суттєвого спаду, характерного для загального зменшення товарної продукції порівняно з періодом пізньої античності. Пожвавлення гірничодобувної діяльності спостерігається лише з часів політичного об'єднання германських племен у Франкській імперії Карла Великого (з 800 року), а пізніше — у Священній Римській імперії німецької нації (з 962 року). Широко відомі гірничі укази Оттона I, якого завдяки відкритим на німецьких землях рудним родовищам прозвали Багатим. Залізо залишалося основною сировиною для холодної зброї та сільськогосподарських знарядь, мідь — продуктом для відливання численних церковних дзвонів (деякі з них мали величезні розміри), а також скульптур, прикрас, побутового начиння.

Істотні зміни в структурі споживання виробничих металів, які позначилися на помітному збільшенні видобутку руд і розвитку нових металургійних технологій, були пов'язані з винайденням і розвитком вогнепальної зброї, зокрема артилерії [69], яка з часом

[69] Латинське *arcus* — лук і *tellum* — стріла об'єдналися в італійському *artilla* — мистецтво стрільби, з якого, не виключено, й пішло

стає головним споживачем бронзи та заліза. Порох, вогнепальна зброя та безпосередньо гармати прийшли в Європу зі Сходу, де їх було створено зусиллями китайських і арабських винахідників.

Певних даних щодо часу отримання пороху немає. Відома версія про винайдення пороху в середині I тисячоліття до Р. Х. у Китаї, проте навіть у разі її достовірності таємниця виготовлення пороху була швидко втрачена. Першим, хто описав процес його виробництва, вважається Вей Боян — китайський алхімік II ст., автор тритомного трактату з алхімії «Цаньтунці» (142 р.). Трактати китайських алхіміків раннього Середньовіччя свідчать про наближення до відкриття вибухової суміші на основі сірки, селітри та деревного вугілля.

Найбільш повний опис вибухової речовини міститься у «Безцінних рецептах» алхіміка Сунь Симяо (682 р.). Писемні свідчення застосування пороху у військових діях походять із китайських джерел на межі I та II тисячоліть нашої ери. 1044 року вийшов трактат Цинь Кунлі «Основи військової справи», що містив рекомендації до застосування пороху.

У XI ст. у столиці сунського Китаю місті Кайфин було збудовано перший великий арсенал, що виробляв порох, вибухові пакети, запалювальні стріли, а трохи пізніше — чавунні гранати (два спарені чавунні циліндри, начинені порохом і оснащені запалювальним ґнотом), які катапультами закидали в осаджене місто. Поворотним пунктом у розвитку вогнепальної зброї стало винайдення збройового ствола, що задавав напрямок руху кулі. Писемні джерела свідчать, що цей винахід зробив Чень Гуй 1132 року і успішно використав під час захисту міста Деань (нинішній Аньлу в провінції Хубей). Прототип пищалі («хоцян») мав бамбуковий ствол, заряджався порохом і діяв як вогнемет, пізніше в заряд почали додавати дрібну картеч («тухоцян»). Згадка про перші гармати («грім, що здригає небеса») належить до 1232 року (оборона Кайфиня від

французьке *artilleie* у розумінні метальної зброї (за іншим значенням, *artillier* — постачання військового знаряддя, машин).

військ монгольського хана Хубілая). У другій половині XIII ст. стволи вогнепальної зброї відливали в Китаї з міді та заліза, тобто була створена артилерійська зброя в сучасному розумінні.

Успішне виробництво й поширення гармат у Китаї відбувалося завдяки сталим успіхам металургії та гірництва, особливо у сфері технологій заліза. Розробляли як родовища бурих залізняків (круглясті зерна або пласкі диски діаметром 5–10 мм, які черпали з дна озер та боліт), так і корінні поклади залізистих кварцитів у гірських масивах. Поряд із кричним металом китайці ще в середині I тисячоліття до Р. Х. (майже на два тисячоліття раніше за європейців) оволоділи методами отримання та лиття чавуну. Перша згадка про чавун є в літописі «Цзочжуань» у записі, що належить до 513 року до Р. Х. Там, зокрема, повідомляється, що чиновник царства Цзинь (сучасна провінція Шансі) на ім'я Чжао Ян за допомогою міхів виплавив чавун і відлив із нього триножник, на якому відобразив приписи карного кодексу. Ще одним технологічним проривом китайських металургів було відкриття в II ст. до Р. Х. технології виробництва сталі з чавуну. Цей працемісткий спосіб дістав назву «сто очищувань». Він полягав у багаторазовому інтенсивному обдуванні повітрям розплавленого чавуну під час його перемішування. Це забезпечувало сполуку вуглецю чавуну й кисню повітря, що приводило до зменшення частки вуглецю в металі й наближення його до властивостей сталі. Про цей винахід згадується в трактаті «Хайнань-цзи»(122 р. до Р. Х.) [70]. Важливий для продукування чавуну винахід повітродувки, яка приводилася в дію енергією води, зробив інженер Ду Ші в 31 р. нашої ери. Опис подібного пристрою зберігся в енциклопедії Ван Чженя [71]«Нун шу» (1313 р.). Нижнє колесо, яке оберталося течією

[70] Подібний спосіб пудлінгування був освоєний у Європі лише в другій половині XVIII ст. (патенти братів Томаса і Джорджа Кранеджі та Генрі Корта).

[71] Ван Чжень (1290–1333) — перший у світі винахідник складального друку з використанням дерев'яних літер, автор енциклопедичної

води, передавало зусилля на верхнє привідне колесо, що кріпилося на одній осі з першим; ексцентрикова передача приводила в рух систему проміжних важелів, поєднаних із міхами, які подавали дуття в горн.

Використання для дуття гідроенергії суттєво сприяло прогресу металургійного виробництва, оскільки забезпечило можливість збільшення габаритів плавильних печей (зокрема їх висоти) і підвищення температури плавки. Це, своєю чергою, змінило хід металургійного процесу в горні та вможливило виробництво чавуну великими кількостями. Технологія чавунного лиття була дуже розвиненою в Китаї, про що свідчать унікальні монументи та пам'ятники. Важливою віхою розвитку металургійного мистецтва стало виробництво гарматних стволів із чавуну зі зменшеним умістом вуглецю. Характерною особливістю металургійного виробництва були печі малих розмірів, які споруджували у великих кількостях. Цікаво, що в Китаї та Японії такі печі були поширені майже до самого XX ст.

Ще одним помітним кроком на шляху вдосконалення металургійних процесів було застосування в плавильних печах кам'яного вугілля [72]. Можливість його використання у вигляді палива була відкрита китайцями в епоху Хань (імовірно у II ст. до Р. Х.) [73]. У «Літописі династії Хань» про кам'яне вугілля записано:

праці «Нун шу» — найбільш повного опису рільництва та промислових технологій Китаю кінця XIII — початку XIV ст.

[72] Давня китайська назва вугілля «ши-тань» («ши» — камінь, «тань» — вугілля), сучасна — «мей» походить від зміненої «мо» — туш, оскільки вугілля довгий час використовували для виробництва туші для письма.

[73] Слід зазначити, що в Давній Греції кам'яне вугілля і його властивості були відомі принаймні з IV ст. до Р. Х. (перша згадка — у «Метеорології» Арістотеля в 340 р. до Р. Х., більш детальний опис — у праці Теофраста «Про камені»), але завдяки величезним і легкодоступним лісовим масивам перевагу в процесі виплавлення металу віддавали деревному вугіллю, яке до пізнього Середньовіччя залишалось у Європі єдиним типом металургійного палива.

«Каміння, знайдене в області Юйчжанцзюнь (сучасна провінція Цзянсі. — *Авт.*), можебути паливом». Вже у II ст. нашої ери викопне вугілля стає в Центральному Китаї загальновідомим типом палива, а з III ст. застосовується для витоплення заліза. Професія вуглекопа стає знаною й шанованою.

З епохи раннього Середньовіччя дійшов канон «Про води», в якому зокрема відзначається: «У двостах *лі* на північ від Цюйлі (сучасний повіт Кучар у Синьцзяні. — *Авт.*) є велика гора. Над нею вогняна заграва вночі й клуби диму вдень. Люди беруть кам'яне вугілля з цієї гори та плавлять його вогнем залізну руду з цієї ж гори. І так на 36 ділянках». Видатний китайський поет Су Ши (XI ст.), який був державним сановником династії Сун, був організатором пошуків кам'яного вугілля в районі Сюйчжоу для витоплення заліза. Розвідувальну експедицію він увічнив у вірші «Похід за кам'яним вугіллям» (1078 р.). В енциклопедії Сун Ін-сіна «Тянь гун кай у» (1637 р.) подано ілюстрований опис середньовічного видобутку вугілля. Максимальна глибина вугільних шахт сягала 80–100 м.

Крім витоплення заліза, вугілля застосовували для обпалення фарфору, виварювання солі, а також для побутових потреб. Відомий венеційський мандрівник Марко Поло, який прожив у Китаї майже сімнадцять років, у своїй «Книзі чудес світу» (1298 р.) згадує про горюче «чорне каміння», яке видобувають у горах Північного Китаю. Він відзначав, що завдяки цьому камінню: «Майже немає нікого, хто б не купався в теплій воді, принаймні тричі на тиждень, а взимку навіть щодня, якщо дозволяли статки... Дров у них багато, але палять вони каміння, тому що дешевше і дерева зберігаються».

Таким чином, розвиток вугільного промислу в Китаї, технології виробництва заліза й артилерійські досягнення на кілька століть випередили європейський досвід.

Китайські артилерійські досягнення доволі швидко стали відомі в Японії, причому основним металом гарматних стволів тут була мідь. Середньовічна Японія була одним із азійських лідерів з

видобутку міді, експорт якої здійснювався в країни Азії (передусім у Китай), а з XVII ст. — також у Європу (Голландію). Старовинні японські гравюри дають уявлення про особливості місцевої розробки та збагачення мідних руд. Основним способом руйнування порід була відбійка за допомогою долота й молотка. Кріплення виробок здійснювали лише на окремих, найбільш небезпечних ділянках. Використовували рамне кріплення, виготовлене з бамбука. Руду виносили в мішках або кошиках похилими виробками. Світильниками правили великі черепашки (мушлі) морських тварин. Вибійник носив ззаду мату, сплетену з соломи (аналог шкіряної мати європейського гірника). Для збагачення руди широко застосовували водний метод, причому ручне промивання руд велося на решетах, вироблених із волокон бамбука.

Перший гірничий кодекс «Тайхоре» з'явився в Японії 701 року, що свідчить про значний розвиток гірництва вже в ранньому Середньовіччі. Згідно з цим кодексом населення дістало право на вільний пошук і розробку руд в тих місцевостях, де цим не займалася держава.

708 року в Тітібу (провінція Мусасі) було відкрите величезне родовище мідних руд. У зв'язку з цим в'язням була дарована загальна амністія, а населення звільнено на рік від сплати податків. У тому ж VIII ст. завдяки мистецтву японських ливарників була створена унікальна 400-тонна скульптура Будди, яку розмістили в храмі Тодайдзі. На початку XVII ст. перші сьогуни з дому Токугава заснували спеціальне управління гірничими промислами, що сприяло відкриттю й освоєнню потужних родовищ міді в Асіо, Ані, Бессі (Беші). У цей період у Японії розроблялися 34 великих мідних рудники, де щороку видобували близько 6 тис. т міді.

Сусідня з Китаєм Індія, яка славилася майстрами залізного промислу, також доволі швидко підхопила ідеї китайських зброярів. Писемні джерела від 1258 року свідчать про вогнепальні прилади на возах, які належали володарю Делі. Уже в першій половині XIV ст. гармати стають поширеною зброєю в арміях індійських державців. Коли 1498 року в Індію прибули португальці, вони не

без здивування зауважили, що місцева артилерія перебуває на тому ж рівні, що й у них (португальці не могли повірити, що майже ту саму артилерію індуси мали й тоді, коли в Португалії про гармати ще й не чули). З численних гігантських гармат Індії середини XVI ст. збереглася «Малик-і-Майдан», довжина ствола якої становила 8,5 м, зовнішній діаметр — 1,5 м, а маса– 55 т.

Серед видатних досягнень індійських майстрів металу, секрети яких повною мірою не розкриті й досі, слід відзначити неперевершену сталь для холодної зброї — вутц, або булат. Навіть для виробництва славетної дамаської сталі первинне залізо надходило з Індії, причому в ньому містилося до 1 % глинозему, кремнезему та вуглецю. На початку XIX ст. англійський учений Майкл Фарадей встановив склад індійських булатів, підтвердивши наявність домішок алюмінію та високий уміст вуглецю (1,3–1,7 %), але опанувати технологію створення подібної сталі він не зміг. Ближче за інших підійшов до секретів булату видатний російській металург Павло Аносов. Його досліди, проведені в Златоусті 1828 року, довели, що властивості булату залежать від кількісного складу та способу введення вуглецю в залізо, а також від режимів охолоджування, загартування та відпуску металу. Поставивши сотні дослідів, Аносов винайшов спосіб отримання булату в тиглях, зброя з якого не поступалася індійським, перським і сирійським аналогам. За праці з удосконалення гірничозаводської техніки й допомогу Луганському та Керченському металургійним заводам рада Харківського університету обрала П. Аносова почесним членом (1846 р.).

Секрет вутцу полягав ще й у тому, що метал був неоднорідним за складом: шари з високим умістом вуглецю чергувалися із бідними на вуглець, більш пластичними шарами. Під час кування пластичні шари деформуються, а розриви та мікротріщини, що з'являються в зоні крихкого вуглецевого шару, відразу ж заварюються під тиском навколишнього пластичного металу. Такій шаруватій сталі властиві висока твердість (оскільки вуглецю загалом багато), в'язкість та пружність. Через високу вартість булатної тигельної сталі з неї виготовляли лише поодинокі вироби. Як зазначив

Аносов: «Дорожнеча робить цей спосіб недостатнім для впровадження великими масштабами, але він ознайомлює зі способом давніх і пояснює причину цінності досконалих азійських булатів».

Ще одним прикладом дивовижних успіхів індійських металургів можна вважати залізну колону на території мечеті Кутуб Мінар у Старому Делі. Спочатку вона була встановлена в храмі індуїстського бога Вішну в Удайагурі (Центральна Індія), а в Делі перевезена вже пізніше, в XIII ст. Оригінальний напис на металі свідчить, що колона була виготовлена в часи правління Чандрагупти II (376–415), імператора династії Гуптів. Висота колони — 7,25 м, діаметр у нижній частині — 41 см, а з верхнього капітелеподібного краю — 30 см, маса– понад 6 т. Винятковим явищем є те, що метал колони не підлягає корозії. Вважають, що колона була виготовлена методом ковальського зварювання, що потребувало використання у виробництві деревного вугілля. Колона складається з чистого заліза (99,7 %) із незначним вмістом фосфору (0,114 %), вуглецю (0,08 %), кремнію (0,046 %), азоту (0,032 %) та сірки (0,006 %). Це приблизно відповідає складу низьковуглецевої сталі. За іншою версією, колону було викувано з метеоритного заліза.

Починаючи з VIII ст. налагоджуються плідні торговельні відносини між Китаєм, Індією та Арабським халіфатом. Китайська алхімія проникає в арабські країни, вже збагачені знаннями захопленого халіфатом Єгипту та інших давніх культур. Високий культурний і науковий (алхімічний) рівень арабських учених дозволив їм доволі швидко опанувати секрети китайської та індійської металургії й навіть розвинути їх. Високоміцна холодна зброя з литої мережчатої (плойчастої) сталі, яку виробляли араби, мала широкий попит. Її виробництво ґрунтувалося на фізичних властивостях чавуну та заліза, які плавляться за різних температур (температура плавлення чавуну — близько 1200 °С, чистого заліза — понад 1500 °С). Аль-Біруні так описував ці технології: «Сталь буває двох сортів: перший, коли в тиглі однаковим плавленням стоплюються "нармохан" (залізо. — *Авт.*) і його "вода" (чавун. — *Авт.*). Вони обидва з'єднуються так, що не відрізняються один від одного. Така

сталь підходить для терпугів і їм подібних. Другий сорт отримують, коли в тиглі вказані речовини плавляться неоднаково й між ними не виникає повного змішання. Окремі їх частинки розміщуються вперемеш, але при цьому кожна з них помітна за особливим відтінком. Називається це "фаранд", і в мечах він високо цінується». Міцність та одночасно гнучкість мечів і шабель із «фаранду» пояснюється чергуванням фрагментів дуже твердої й крихкої надвуглецевої сталі з фрагментами в'язкого та м'якого металу.

Славетна дамаська сталь, яка була гордістю арабських зброярів, значною мірою повторювала технологію індійського вутцу. Її отримували ковальським зварюванням пластин різних вуглецевих сталей із чавуном і чистим кричним залізом. Такий «пакет» нагрівали в горні, посипаючи флюсом і доводячи до білого розжарення, після чого проковували, розрубували на частини, складали один на інший і зварювали знов. Ці операції робили багато разів, утворюючи велику кількість шарів (волокон) металу з різними властивостями. Чим більше таких шарів, тим більша загальна товщина зміцненого граничного шару. Значна міцність забезпечувалась також «ефектом троса»: як розрив одного із сотень волокон не приводить до розриву тросу в цілому, так само й у дамаській сталі поява мікротріщини перерізає лише один сталевий шар і «згасає» в м'якому залізному прошарку. Тому найкраща дамаська зброя вражала своїми міцнісними якостями.

У XI–XII ст. завойована арабами частина Піренейського півострова (Кордовський халіфат) стає найбільш розвиненою культурно й технологічно частиною світу. Саме тут відбувається найбільш напружене протистояння (й, одночасно, взаємодія, культурний обмін) між мусульманським та християнським світом. Реконкіста (відвоювання Іспанії) поруч із хрестовими походами на Близький Схід і опором Візантії мусульманам стають основними напрямами зіткнення цивілізацій Заходу та Сходу. Значний вплив на це протистояння справила вогнепальна зброя. Одним із перших її прототипів можна вважати грецький вогонь — запальну суміш на основі нафти, яку візантійці, починаючи з 673 року, застосовували

у війнах з арабами (здебільшого в морських баталіях). Грецький вогонь вивергали через сифон (мідну трубу) за допомогою міхів, причому далекобійність сифонів сягала 20–25 м.

Перша письмова згадка про порохову вогнепальну зброю датується 1118 роком, коли маври використали її під час облоги Сарагоси. Слід зазначити, що ця згадка передує першим даним про вогнепальну збою у Китаї (1132 р.). Більше того, якщо тогочасна китайська зброя («хоцян») мала бамбуковий ствол й лише пороховий заряд (з часом доповнений картеччю), то арабська зброя («модфа») оснащувалася залізною трубкою невеликого діаметра, закріпленою на дерев'яному держаку, й мала можливість вистрілювати свинцеву кулю. Перше надійне свідчення про використання маврами важкої вогнепальної зброї (артилерії) датується 1262 роком, коли кастильський король Альфонс X узяв в облогу місто Пуебло. Хроніст писав, що, відбиваючи атаки іспанців, маври стріляли із залізних гармат «з громом, шумом, великою швидкістю й такою руйнівною силою, яка раніше не була відома». Успіхи іспанського рицарства супроводжувались захопленнями трофейної зброї та опануванням артилерійським мистецтвом. Таким чином, перші гармати з'явилися в арміях іспанських королів, причому порох для них доводилося захоплювати (або таємно купувати) у ворогів. Уже 1308 року іспанці обстрілювали з гармат стіни Гібралтару.

1314 року іспанські гармати з'явилися в Бургундському герцогстві (зокрема на території Бельгії), а в середині XIV ст. зразки нової зброї поширюються майже по всій Європі. З 1394 року гармати з'являються на кріпосних стінах Львова, а в 1468-му тут з'явилася ливарня, яка постачала цю зброю на територію всього Литовсько-Руського князівства. У 1475 році засновано Пушкарський двір у Москві, на якому в 1586 році була відлита одна з найбільших бронзових гармат свого часу — Цар-пушка, що ніколи не брала участі в бойових діях.

Тривалий час християнська церква стримувала пошуки й розробки вибухових сумішей, розуміючи який небачений «урожай смерті» стоїть за використанням цього винаходу. Недарма

Сервантес уклав у вуста Дон Кіхота знаменні слова: «Блаженні то були часи, коли люди ще не знали тих джерелатих, огнедихатих потвор, що ригають сатанинською лютою! Той, хто вигадав гармати, непомалу, мабуть, нагороду приймає в пеклі за диявольський свій винахід, що з його допомогою якась підла й боягузна рука може вкоротити віку мужньому рицареві...» Під тиском обставин (оснащення армії Реконкісти вогнестрільною зброєю й нестримне поширення гармат) церква «забуває» свою заборону щодо пороху й 1320 року офіційно приймає рецепт вибухової суміші ченця-францисканця Бертольда Шварца [74]. Місцем відкриття пороху оголошено німецький Фрайбург. З цього часу починається «дозволене» вдосконалення вогнепальної зброї та технологій її виготовлення.

Перші європейські гармати виготовляли з ковкого кричного заліза. Зазвичай залізні листи згортали в трубку й зварювали гарячим куванням або свинцевим припоєм. Великокаліберні гармати виковували із сотень зварених разом залізних штаб. Хоча стволи зміцнювали кількома залізними або мідними обручами, їх часто розривало під час пострілів. Річ у тім, що під час пострілу ствол на якусь мить «роздувається», а після виходу набою знов набуває первинної форми; саме цього роздуття й не витримували зварні шви. На рубежі XIV–XV ст. відбувся перехід від кування стволів до ливарних технологій. Цьому передувало винайдення особливого сплаву гарматної бронзи (вміст олова від 7 до 11 %), яка відрізнялася міцністю, в'язкістю та пластичністю. Технологія лиття стволів була швидко освоєна металургами, оскільки ливарне мистецтво було вже поширене на більш складні форми церковних дзвонів. Литво відкрило нові можливості не тільки для підвищення якості

[74] Не виключено, що відкриття пороху лише приписано міфічному Бертольду Шварцу, а справжній винахід — справа рук окремих алхіміків і ченців, серед яких найбільше наблизився до розгадки пороху монах ордену францисканців Роджер Бекон, що провів численні вдалі експерименти ще в 1242 році.

й поточності виробництва гармат, але й для виготовлення стволів великих калібрів. Яскравим прикладом успішного застосування такої зброї є 12 гігантських бомбард, відлитих із бронзи угорським майстром Урбаном, які турецький султан Мехмед Завойовник використав під час облоги Константинополя в 1453 році. Довжина гарматних стволів цих бомбард сягала 12 м, діаметр — 93 см, маса — 32 т.

Майже до XVII ст. бронза залишається головним металом артилерії, а видобуток міді та олова — пріоритетним напрямом розвитку гірництва. Потреба в цих металах ще більше зростає, коли поруч із фортифікаційною та польовою артилерією почали оснащувати численними важкими гарматами вітрильні морські судна. Про масштаби застосування корабельної артилерії в XVI ст. можна судити з чисельності Іспанської армади, яка в битві з англійським флотом у Ла-Манші налічувала 130 важких кораблів, оснащених 2430 бронзовими гарматами, й мала запас із 124 тис. чавунних ядер. Подібні флоти мали Англія, Італія, Туреччина та деякі інші країни. Уже в епоху Середньовіччя «гонка озброєнь» стає основним стимулом гірничо-металургійного розвитку провідних європейських країн. Примітно, що гармаші Середньовіччя не входили до складу регулярного війська й становили особливу відокремлену касту, яка пильно охороняла таємниці свого фаху.

Перші чавуноливарні технології та їх розвиток. Переділ чавуну на ковке залізо

Виготовлення гарматних ядер стало ще одним рушієм металургійних технологій. Наприкінці XIV ст. кам'яні ядра починають витіснятися залізними. Їх виковували із цільної криці на спеціальних ковадлах, після чого загладжували метал точилом. Використання залізних ядер не тільки значно підняло попит на цей метал, але й змусило металургів збільшити розміри печей для отримання криці великих розмірів (маса криці зросла з 40–80 до 120–200 кг). Зросла висота горна, а для подавання необхідної кількості повітря почали

використовувати водяні колеса, що були рушіями повітродувних міхів. При цьому змінилися умови плавильного процесу: в горішній його частині температура знизилась до 750–900 °С, що дозволило залізній руді відновлюватися раніше, ніж утворювався шлак (завдяки чому кричне залізо сильніше навуглецьовувалось, а втрати металу ушлаку зменшувались), а в нижній частині печі температура під впливом підсиленого дуття збільшувалася до 1350 °С і замість кричного заліза утворювався розплав заліза з вуглецем — чавун. Його рідкий стан сам по собі підказував практичне застосування чавуну у вигляді відливок. Гарматні ядра на тривалий час (понад 400 років) стали основним споживачем чавуну.

Перший європейський чавун з'явився на теренах Священної Римської імперії у другій половині XIV ст., майже одночасно в австрійській Штирії та Північній Італії (перша письмова згадка з рудників Штирії датована 1370 роком). Становлення промислових чавуноливарних технологій відбувалося у XV–XVI ст., причому металургійні осередки Центральної Європи конкурували з англійськими та шведськими центрами з виробництва заліза, що значною мірою було зумовлено релігійним і військово-політичним протистоянням католицьких і протестантських країн.

Значним внеском у звеличення Англії, у перемоги її армії та флоту стало освоєння технології чавунного лиття гарматних стволів. Спроби створити гармати з чавуну розпочалися в Європі ще в XIV ст., але жоден чавунний ствол не витримував першого ж пострілу. Причинами цього були невідповідний склад залізних руд, помилковий режим витоплення чавуну та лиття ствола, дефекти відлитого металу. Перший успішний досвід отримано в німецькому Зігені 1445 року, але тільки для невеликих ручних гармат. Основна заслуга у відкритті секретів чавунної відливки належить французькому ливарникові П'єру Боде, якого англійський король Генріх VIII запросив керувати великою програмою переозброєнь, розпочатою в Англії в 1541 році.

Після двох років експериментів у м. Бакстеді (графство Суссекс) була виготовлена суцільнолита чавунна гармата, яка

повністю відповідала вимогам артилерійської техніки. На відміну від бронзових гармат, ливарна форма яких передбачала стволовий отвір, стволи чавунних були суцільнолиті і їх висвердлювали за допомогою водних коліс. За короткий час Генріх VIII створив найпотужніший у Європі артилерійський арсенал, про який венеційський посланець в Англії написав: «Король Генріх володіє таким арсеналом, що може перемогти саме пекло». У другій половині XVI ст. Англія та Швеція розпочали виготовлення важкої корабельної і фортифікаційної артилерії з чавуну (легкі гармати залишалися здебільшого бронзовими), причому чавунні гармати продовжували виробляти до середини XIX ст. Більш дешеві (порівняно з бронзовими), технологічні у виготовленні та ефективні в бойових діях чавунні гармати принесли відомі перемоги англійській та шведській арміям.

Важливим технологічним досягненням пізнього Середньовіччя став двоступеневий спосіб витоплення металу. Оскільки чавун був крихким і кувати його не можна було (крім гармат і ядер, із чавуну майже нічого не виготовляли), то його пускали на вторинне переплавлення (іноді разом із рудою), називаючи цей процес «оздоровленням металу». При цьому виявили, що переділ чавуну на ковке залізо потребував менших витрат деревного вугілля та руди, а отриманий метал мав вищу якість. Таким чином утворилися дві стадії виробництва заліза: спочатку отримували чавун (доменний процес), а потім, за вторинного переплавлення його в горні, одержували ковке залізо (процес кричного переділу). Це дозволило суттєво збільшити обсяги виробництва заліза, особливо у зв'язку з удосконаленням конструкцій доменних печей. Очевидно, що секрети ковкого заліза на межі XVII й XVIII ст. поширились на більшу частину Європи, зокрема на територію України. Так, Гетьман Іван Мазепа в 1701 році вимагає від Неданчицької рудні: «…щороку з тої рудні до скарбу військового давати дванадцять візків заліза доброго гнучкого…».

Основні європейські осередки видобутку міді та заліза

Видобуток міді в епоху Середньовіччя зосереджувався в Європі, переважно на землях Священної Римської імперії, а також в Іспанії (поліметалічне родовище Ріо Тінто) та Швеції (рудник Коппарберг). Найбільш продуктивні копальні розташовувались у Центральній Європі, зокрема в Нижньому Гарці (Гослар, Раммельсберг); у Мансфельді (Мансфельд, Айслебен); в Тюрингії (Купферберг, Камсдорф, Ільменау); у Фогтланді (Ольснітц, Докельберг); у Тіролі й Зальцкамергуті (Кітцбюхель, Міттельберг); у чеських Рудних Горах (Мідінець, Красліце, Шпаня Долина); у Верхній Словаччині (Гельниця, Смольник); у Нижній Сілезії (Мєдзянка, Злотория); у Свєнтокшиському воєводстві Польщі (Мєдзяна Гура). Стисло зупинимося на історії найбільш показових німецьких і шведських рудників.

Одним із найбільш потужних мідних родовищ Європи були Мансфельдські поклади мідистих сланців і пісковиків, які розташовувались у південно-східній частині гірського масиву Гарца між Геттштедтом і Айслебеном (Східна Німеччина). Основні руди представлені мідним колчеданом та строкатою мідною рудою. Видобуток міді було розпочато тут білими ченцями (цистерціанцями) у XII ст., що зафіксовано у монастирських хроніках 1199 року. У 1215 році ці землі й монопольне право на розробку місцевих руд отримав від імператора Карла IV шляхетський рід Мансфельдів, резиденцією яких став центр гірничого промислу місто Мансфельд. Вельможні графи залучили до видобутку мідних руд численні артілі гірників, що привело до виникнення десятків невеликих рудників.

Завдяки пологому заляганню та високому ступеню орудненя покладів, які були близько до поверхні, видобуток міді у початковий період швидко зростав і досяг наприкінці XV ст. близько 2 тис. т на рік (надалі — дещо знизився). Кооперація гірників, заготівельників деревного вугілля та металургів, а також спільна

боротьба з водопритоками та налагодження вентиляції рудень привели до об'єднання дрібних виробництв, аж до утворення в середині XIX ст. єдиної мідної компанії.

Пологий мідистий пласт Мансфельдського родовища відрізнявся значною чистотою міді, яка була добре відома й вельми цінувалася на ринках Європи, проте умови розробки були досить складні. Продуктивна товщина пласта становила лише 7–17 см, хоча він простягався у довжину на кілька десятків кілометрів. Уся мідь, що вміщувалася в пласті, могла бути представлена у вигляді тонкого мідного пропластка завтовшки приблизно 1 мм. Щороку від цього пропластка гірничими роботами відділялася площа 1–1,5 км^2. Чисельність гірників при цьому становила 10–13 тис. осіб. Розробку пласта вели системою суцільного виймання. Через малу товщину пласта доводилось підробляти частину покрівлі, щоб надати експлуатаційній виробці мінімально допустимої висоти, за якої гірники могли б у ній працювати.

Шахтар під час відбійних робіт зазвичай працював, лежачи на лівому боці, причому, коли підошва пласта була заводнена, під ногу та руку робітника підкладали й прив'язували дерев'яні дошки. Породи руйнували кайлом, формуючи спершу врубову порожнину, а потім обрушуючи пачку порід над нею. Простір виробки позаду вибою закладали пустою породою. Розробка рухалась горизонтальними смугами від стовбура в глибину рудного поля. Відкатні штреки мали діагональний напрям і підтримувалися кам'яним кріпленням із блоків породи, укладених насухо. Руду транспортували волокушами до головного відкотного штреку, а далі — кінною відкаткою. Водовідлив забезпечували штольнями, розташованими нижче робочих горизонтів (протяжність штолень сягала в окремих випадках 13 км). Розробка родовища тривала з XII до XX ст. і була припинена лише у XVII ст. на період Тридцятирічної війни, за наслідками якої Мансфельдські рудники відійшли Пруссії.

Видатною пам'яткою середньовічного гірництва Швеції є мідний рудник Стура-Коппарберг («Велика мідна гора»), розташований поблизу міста Фалун (провінція Бергслаген). Це багате

родовище почали розробляти наприкінці епохи вікінгів і експлуатували до другої половини XX ст. Перші письмові згадки про гірничі роботи в Фалуні належать до XIII ст. Зберігся акт від 1288 року, в якому підтверджується право єпископа П. Вастераса на володіння однією восьмою частиною Мідної гори (документ містить печатки короля та восьми єпископів). У 1347 році король Еріксон Великий (Магнус Еріксон) видав гірничий закон, у якому було докладно розглянуто права й обов'язки гірників і власників Мідної гори. Значною мірою завдяки Коппарбергу Швеція в середині XVII ст. стала основним постачальником міді, даючи 2/3 обсягу європейського видобутку. У цей час на руднику працювало більше тисячі осіб, приблизно стільки ж було на допоміжних роботах і на витопленні міді, причому численні металургійні печі розташовувались по периметру Мідної гори. Поселенням, зосередженим поряд з рудником, у 1641 році було надано статус гірничого міста, де мешкало 6 тис. осіб.

До XVII ст. розробка велася відкритим способом, причому настільки інтенсивно, що на місці гірського масиву утворився величезний кар'єр. Пізніше в бічних стінах цього котловану почали споруджувати підземні виробки, значна частина яких представлена величезними камерами, що повторювали форму рудних тіл. Сьогодні у Фалуні створено відомий музей гірництва, причому давні виробки підтримуються в автентичному стані й утворюють підземну туристичну трасу старого рудника. Досі популярні романтичні оповідання німецьких класиків І. Хебеля «Гірник із Фалуна» та Е. Гофмана «Фалунські копальні», які пов'язані з Великою мідною горою.

Осередки видобутку заліза в середньовічній Європі були більш поширені, ніж місця розробки міді, завдяки численним луговим та озерним (болотним) покладам бурих залізняків, які видобували відкритим способом або черпанням донного озерного мулу із зернами руди. Видобуток бурого залізняку був поширений у Північній Європі, зокрема Скандинавії та Британії. З давніх часів озерні та болотні руди використовувало населення східних та

північних регіонів Фінляндії, причому способи черпання руд не мінялися протягом багатьох століть. Про виробництво заліза кілька разів згадується у давніх карело-фінських рунах, які увійшли до славетного епосу «Калевала». Видобуток руди здійснював легендарний коваль Ілмарінен:

З чорних вод, із драговини
Витяг він руду заліза
І на кузню враз доставив
Прямо в горн наш Ілмарінен.

З часів раннього Середньовіччя виробляли залізо з болотних і озерних відкладів на теренах Швеції. Основний осередок гірничо-металургійного промислу сформувався у південній провінції Смоланд. Саме цьому залізу завдячують славнозвісні військові успіхи вікінгів. Трохи пізніше (у XII ст.) виникло місто Кальмар, яке стало важливим пунктом торгівлі та експорту заліза. Центром металургійного виробництва був Таберг, де в XV–XVII ст. освоїли нові методи плавлення й обробки заліза, запозичені в Німеччині та Англії. Ще два потужні центри підземної розробки заліза сформувалися в XII–XIII ст. на острові Готланд та в районі Бергслаген (Центральна Швеція). Тут шахтним способом видобували високоякісні магнетитові руди та залізисті кварцити. Відкрита розробка гірських масивів здійснювалася на родовищах Гелліфаар і Гренгесберг. Якість шведського заліза високо цінували на ринках Європи. Наприкінці XIV ст. експорт заліза із Стокгольма в Любек становив близько 900 т, а наприкінці XV ст. — 1300 т на рік.

Видобуток залізорудних покладів осадового типу (здебільшого лугових руд бурого залізняку) був поширений і у Великій Британії. Найдавніші розробки заліза зафіксовані в Форест-оф-Діні (Південний Уельс). Після норманського завоювання країни (1066 р.) основні центри видобутку заліза зосередилися в Північному Уельсі (Флінтшир), у Північній та Центральній Англії (Камберленд та ін.). Розробку вели відкритим способом, створюючи невеликі за

розмірами кар'єри. Примітно, що в цих самих регіонах були багаті вугільні поклади, які залягали близько від поверхні землі. Видобуток кам'яного вугілля (невеликими кількостями) розпочали в Англії у XII ст. Розробку вели виробками у вигляді дзвоноподібних котлованів глибиною до 12 м. Вугілля видавали в кошиках, воду відводили підземною дренажною канавою. Кам'яне вугілля застосовували в кузнях і для побутових потреб (для витоплення металів, як і раніше, використовували деревне вугілля). У XVI ст. до Англії було запрошено гірничих майстрів і рудознавців із німецьких земель, які значною мірою покращили технології гірничих робіт, сприяли переходу до ефективних способів підземного видобутку руд і вугілля.

На лугових і болотних рудах бурого залізняку був заснований і широко розвинутий залізний промисел ранніх слов'ян півдня Східної Європи та Київської Русі. Багата спадщина скіфського світу, у тому числі його ремісничих традицій, не могла не впливати на культуру племен, які наступної доби мешкали на цій території. Ґрунтовні археологічні дослідження пам'яток залізодобування, металургії та ковальського промислу на території України дозволяють стверджувати, що розвиток ранньослов'янської та київоруської чорної металургії та металообробки мав під собою досить міцну технічну й технологічну базу, закладену ще в давньому світі. Слов'янські майстри опанували сиродутний спосіб виробництва заліза, вдосконалили різні типи металургійних печей (у тому числі продуктивних горнів зі шлаковипуском), оволоділи численними прийомами ковальської справи. Цьому сприяла значна поширеність лугових та болотних залізних руд українського лісостепу (Житомирщина, Чернігівщина, Київщина, Волинь, Подніпров'я, Овруцький кряж тощо). Існували потужні залізодобувні центри, виявлені археологами на Райковецькому (Бердичів) та Ленковецькому (Чернівці) городищах, у Городеську, Плиснеську та ін. Масштаби цих розробок у пізньому Середньовіччі свідчать про товарний характер залізодобувного виробництва.

Крім окремих потужних центрів видобутку руд, південно-східні слов'яни розвивали численні невеликі розробки поблизу своїх поселень, що задовольняли потреби мешканців одного селища або групи сіл. Місцеві металурги здебільшого самі займалися добуванням руди, її збагаченням, випалюванням деревного вугілля йобробкою виплавленого металу. Сталий розвиток металургії заліза Київської Русі з наявними періодами бурхливого розвитку дрібнотоварного виробництва залізних знарядь перервався за часів монгольського нашестя й почав відроджуватись лише в XIV–XVст., коли одним із найбільших осередків видобутку лугових та болотних залізних руд стає Житомирське Полісся.

Крім відкритих розробок легкодоступних руд бурого залізняку, в Центральній Європі значно поширилися підземні розробки магнетитових, гематитових, сидеритових руд. Високим залізоробним мистецтвом славилися гірники Священної Римської імперії, яку називали «країною заліза та сталі». Видобуток залізних руд підземним способом здійснювали на землях Саксонії, Сілезії, Штирії, Гессену, Вюртембергу, Гарцу, Зігерланду. Найбільш потужні центри з видобутку заліза формувалися на базі розробки руд гірських масивів (видобуток магнетиту, сидериту, гематиту та інших мінералів).

Одним із найбільших залізодобувних центрів Німеччини став Зігерланд, Вестфалія. Це родовище розроблялось ще давніми германцями і було знов «відкрите» в XI ст. Об'єми середньовічних виробок і шлакових відвалів свідчать про сотні тисяч металургійних витопів, здійснених гірниками цього району. Великої слави зажив рудник Штальберг («Сталева Гора»), який розташовувався поблизу міста Мюзена. Перші письмові згадки про місцевий видобуток руд датовані 1313 роком. Тут розробляли винятково багате родовище сидериту з домішками марганцю. Товщина крутоспадного покладу становила близько 30 м. Добували поверхневим способом згори вниз на десяти ярусах загальною висотою 100 м. Споруджені в горі штольні поєднували з вертикальними стовбурами. Від штолень через кожні 10 м у рудне тіло входили добувні штреки.

Особливе значення в історії чорної металургії мала Штирія (Південно-Східна Австрія). Кельти розробляли тут залізо за кілька століть до Р. Х. Писемні джерела Середньовіччя свідчать про відродження тут гірничого промислу на початку VIII ст., коли на території Штирії існувало слов'янське князівство Карантанія (держава словенців у басейні річки Мури і верхів'ях річки Драви в VII–XI ст.), яке пізніше увійшло до складу Баварії. Осередком видобутку стало велетенське родовище сидериту — гора Ерцберг («Рудна Гора»), по боках від якої розмістилися гірничі поселення Айзенерц (Залізна Руда) та Дордернберг (Передгір'я). Поклади сидериту розташовувалися тут серед товщі силурійських сланців, що створювали широку й глибоку мульду між вершиною рудної гори (заввишки 1537 м) і долиною річки Айзенерц. По всьому схилу гори руда виходила на поверхню й розроблялася відкритим способом. Висота уступів становила 9–13 м, а їх кількість сягала 40.

Одним із перших способів транспортування було доставляння руди в мішках, які укладали на полози, оснащені спереду однією парою коліс. Такий візок спускали крутими стежками, прокладеними схилами гори. Надалі для транспортування виробку до містечка Айзенерц у горі була споруджена спеціальна шахта. Видобута відкритим способом руда доставлялася до шахтних стовбурів, спускалася на нижні горизонти й спеціальними похилими виробками транспортувалася до залізоробних заводів, розташованих біля підніжжя гори Ерцберг.

Про те, що видобуток залізної руди був у Середньовіччі головною справою місцевих мешканців, свідчать прапори міст, які імператор Фрідріх III 1453 року подарував гірникам. На щиті одного з прапорів зображено основні знаряддя руйнування гірських порід — гірничі молотки, а сам щит підтримує гірник у характерному робочому одязі. На іншому прапорі зображено трударів, які за допомогою кирки видобувають руди. Велику славу Ерцберга засвідчує поштова марка кінця 30-х років XX ст., дуже поширена в Третьому Райху.

Залізо з Ерцбергу доставлялось в Леобен, старовинний центр торгівлі металом, розташований на торговому шляху венеціанців у Центральну Європу (сьогодні це австрійське місто відоме своїм гірничим університетом). З Леобена залізо розвозили до численних кузень, що розміщувалися на річках Мура і Мюрц, для виготовлення зброї та різноманітних знарядь праці. Залізні вироби Штирії довгий час мали великий попит і були добре відомі по всій Європі.

Таким чином, у середні віки видобуток виробничих металів, передусім міді й заліза, стимулювався потребами та новими винаходами у військовій справі, зокрема винайденням і розвитком артилерії. Слід підкреслити непересічну роль у цій царині азійських країн, зокрема Китаю, Японії, Індії, Арабського халіфату. У Європі видобуток міді в епоху Середньовіччя зосереджувався здебільшого на землях Священної Римської імперії, Швеції та Іспанії, тоді як залізорудний промисел на основі болотних та озерних руд територіально був більш поширеним. Суттєвим технологічним кроком вперед стали перші чавуноливарні технології й переділ чавуну в ковке залізо. Загалом ті країни, які мали в достатній кількості свою мідь і залізо, як правило, розвивалися більш прискорено, мали значну військову силу, багаті експортні можливості й вагомий політичний вплив, що сприяло особливому ставленню можновладців до розвитку гірництва й металургії, надавало правові привілеї спільнотам гірників.

4.3. Солевидобуток

Сіль була народжена найшляхетнішими
батьками: сонцем і морем.

Піфагор

Видобування і використання розсолу

Важко переоцінити корисні властивості солі (хлориду натрію) для здоров'я людини. Її використання почалося за часів мезоліту й було пов'язане з переходом до осілого способу життя (з VII тисячоліття до Р. Х.), що суттєво змінило сольовий баланс організму рільників і привело до необхідності додавання природної солі в традиційну їжу. Крім того, засолені харчі (м'ясо, риба, овочі) завдяки пригнічуванню хлористим натрієм гнилісних бактерій змогли довго зберігатися, а це давало змогу розподіляти продукти на певний час. Консервувальні властивості солі були особливо важливі в умовах військових походів і мореплавання.

Найбільш імовірно, що перше знайомство людини із сіллю відбулося на узбережжі теплих морів, де на мілководді морська вода інтенсивно випаровувалась під дією високих атмосферних температур і вітру, а в осаді накопичувалася сіль. Спосіб природного солеутворення на мілководних «соляних полях» широко використовували протягом тисячоліть, аж до нашого часу. Для прискорення процесу готували спеціальні прибережні басейни (відстійники) з можливістю відведення поверхневих вод і випарювання води з тонкого шару розсолу під дією сонячного тепла.

Іноді, шукаючи підземні води, люди натрапляли на соляні джерела (розсоли), з яких навчилися вилучати сіль. Природа солоності подібних джерел і навіть озер пояснюється контактами артезіанських вод із покладами кам'яної солі або наявністю підземного поховання вод давніх морських басейнів (словами Плутарха: «…нібито тут скупчились рештки давнього моря»). Визнаними майстрами розвідок соляних джерел і промислового солеваріння

були кельти, яких римляни називали галлами, підкреслюючи цим їх масову належність до соляного промислу (сіль [75] мовою кельтів — *hall*). Значна кількість географічних топонімів на карті Європи, де розміщувалися колишні кельтські розробки солі та промисли солеваріння, також зберегла цей корінь (зокрема Галичина).

Археологічні розкопки поселень кельтів, що розташовувалися поблизу соляних джерел, свідчать, що вони будували цегляні солеварні, оснащені риштуванням, на якому розміщували кам'яні плити. Під плитами підтримували вогонь, а їх поверхню поливали розсолом. Після кристалізації достатньої кількості солі її зішкрібали й повторювали процес випарювання. Непридатні для подальшого використання плити (які часто розтріскувались від термічного впливу) складали поблизу солеварень. Про великі масштаби солеваріння кельтів свідчать «гори плит», які збереглись у різних місцевостях (наприклад, у Лотарингії в долині річки Сей вони сягають в об'ємі сотень тисяч кубічних метрів). Коли вартість використання металевих котлів для випарювання солі наблизилась до виробничих витрат з використанням кам'яних плит, то саме котли стали головним помічником солеварів, причому їх форма поступово переходила до більш мілкої, а з часом трансформувалась у сковороди (що забезпечувало мінімальні витрати палива). Легко уявити, якими темпами знищувались навколишні ліси для забезпечення солеварень деревиною, оскільки вже в пізньому Середньовіччі цей промисел призвів до зміни природного ландшафту всієї Центральної Європи [76].

---

[75] Українське слово «сіль» походить від латинської назви солі *sal*. Прикметно, що латинське слово *salarium* — соляна норма, яку видавали в Давньому Римі, перейшла у *salar* — заробітна плата, що свідчить про використання солі як товарного еквівалента.

[76] Масове винищення віковічних лісів Європи було зумовлене як використанням деревини для солеваріння, так і постійною заготівлею деревного вугілля для виплавки металів. Спроби відновлення лісових масивів не встигали за їх вирубуванням на паливо. Нестача деревини

Одним із найбагатших центрів солеваріння в Європі був район баварсько-австрійського прикордоння. Перша письмова згадка про випарювання солі в котлах належить до 700 р. і свідчить про те, що баварський герцог Теодор II подарував єпископу Руперту селище Хое-Зальцбург і передав право користуватися двадцятьма котлами для випарювання солі в Райхенгаллі. Тривалий час солеваріння провадили ченці кількох приальпійських монастирів, до яких приєднувалися робітничі артілі солеварів. Центром промислу стало місто Райхенгалль («багата сіль»), оточене кам'яною кріпосною стіною, у межах якої розташовувалися соляні джерела. Місто кілька разів було зруйноване (феодальна боротьба за соляні багатства часто загострювалась), але швидко відновлювалося знов. Соляний видобуток також вели у ближньому Галлайні та Зальцбурзі, який став важливим містом торгівлі сіллю та металами. Ще одним містом, яке стояло на соляному шляху й розбагатіло на збиранні соляного мита, став Мюнхен, куди щороку привозили до 500 возів із сіллю. Соляні джерела німецько-австрійського прикордоння експлуатувалися сотні років і являли собою рідкісний зразок майже невичерпних соляних розчинів.

Проте подібні випадки багатих джерел траплялися зрідка. Зазвичай, коли соляне джерело вичерпувалося, солевари поглиблювали западину, споруджували в її околицях колодязі, які іноді розкривали підземний горизонт солоних вод. Технологія колодязного видобутку розсолу збереглася на багатьох художніх витворах різного часу і різних країн. Найдавніша — на цеглинах гробниць правителів «Піднебесної» (провінція Сичуань), де показано як четверо робітників за допомогою відер, мотузки та блоку, закріпленого на верхній поперечині вежі (копра), піднімають розсіл із колодязя. Довжина зображеної мотузки дозволяє припустити значну глибину колодязя. Інші робітники доставляють розсіл до варниці для випарювання води. Просторова конструкція вежі

та її висока вартість були вирішальною підставою для початку промислової розробки кам'яного вугілля.

має значну висоту, включає два робочі полки, накрита зверху двоскатним дахом, який запобігає потраплянню опадів у внутрішній простір і колодязь. Подібна технологія видобутку широко використовувалась як у Давньому світі, так і в Середньовіччі в усіх соледобувних регіонах.

Необхідність добування підземних розсолів спричинила винайдення принципово нового типу гірничих виробок — свердловин, які споруджували за допомогою буріння [77]. Доцільність використання вузьких, глибоких «отворів» у масиві гірських порід ґрунтувалась на властивості розсолів підніматися по свердловинах під дією гідростатичного тиску та виливатися на поверхню. Освоєння свердловинної технології розпочалося в Китаї та Японії ще в середині I тисячоліття до Р. Х., і вже тоді свердловини сягали глибини сотень метрів. Китайський мислитель Конфуцій описав видобувні райони в області Чун-Кинг (поблизу кордону з Тибетом), де були розташовані численні свердловини завглибшки від 40 до 500 м. Один із центрів видобутку солі в Південно-Західній провінції Китаю мав назву Цу-Ліу-Чинг, що в перекладі означало «свердловини, що фонтанують самі по собі». На відміну від повсюдного колодязного способу, свердловинна технологія довгий час використовувалась лише на Сході, а в Європі вона з'явилася в XII ст., причому значно поширилася набагато пізніше.

Підземна розробка кам'яної солі

Спорудження перших соляних шахт було пов'язане з вичерпанням соляних розсолів у джерелах та колодязях. Поглиблення колодязів часом приводило до покладів кам'яної солі, що започатковувало її розробку підземним способом. Іншим, доволі поширеним способом випадкового відкриття соляних родовищ були гірничі

[77] Не виключено, що перші свердловини могли використовувати для видобутку артезіанської питної води, але майже всі давні писемні свідчення пов'язують свердловини саме з розсолами.

роботи в рудниках та пошуки рудних тіл. Саме тому найдавніші підземні розробки солі часто збігаються з районами традиційних гірничих промислів. Найбільш давні матеріальні свідчення розробки кам'яної солі, що були виявлені на Південному Кавказі (Нахічевань) та в австрійських Альпах (Гальштат), походять з III тисячоліття до Р. Х.

Загалом поклади солі досить поширені на теренах багатьох країн світу, але історичне значення мали найбільш потужні родовища, які суттєво вплинули на розвиток середньовічного гірництва. У Європі до таких належать соляні райони в Західній Австрії (Зальцкамергут, Гальштат, Зальцбергверк, Галлейн), Центральній і Північній Німеччині (Ганновер, Гарц, Тюрингія, Галле-на-Залле, Унструт-Залле, Райхенгалл), Південно-Східній Польщі (Бохня, Величка), Румунії (Мармарош, Прахова, Альба Юлія, Вацау). Значні соляні багатства були зосереджені на землях України (Передкарпаття — Стара Сіль, Дрогобич, Колпка, Модричі, Котов, Ясениця Зворицька тощо; Закарпаття — Солотвино; Східний регіон — Бахмутські та Торські промисли; Південний регіон — кримські солончаки тощо).

Характерні технології та організаційні заходи середньовічного підземного видобутку кам'яної солі розглянемо на прикладі славнозвісної Королівської копальні солі у Величці (поблизу Кракова), яка перетворена сьогодні на всесвітньо відомий гірничий музей (серед дванадцяти найбільш значущих матеріальних пам'яток людства увійшла у перший перелік об'єктів Світової культурної спадщини ЮНЕСКО). Це одна з небагатьох шахт, яка безперервно працювала протягом семи століть, починаючи з 1280 року. Варті уваги записані в 1647 році слова французького мандрівника Ле Лабур'єра: «Соляні копальні велицькі не менш знамениті, ніж піраміди єгипетські, але більш корисні. Вони є похвальною пам'яткою працелюбності поляків».

Гірничі виробки Велички розташовані на 9 горизонтах і залягають на глибинах від 64 до 327 м. Загальна кількість виробок — понад3 тис., їх сумарна протяжність перевищує 300 км,

а об'єм виробленого простору сягає фантастичної величини — понад 7,5 млн м^3 (це пояснюється наявністю численних великорозмірних камер, утворених під час розробки гігантських соляних брил).

Протягом тривалого часу у Величці розміщувався потужний центр солеваріння, який називався Велика Сіль (*Magnum Sal*), що й утворило назву поселення Величка. Перший «Соляний привілей» для солеварів був затверджений польським князем Казимиром I у 1044 році, а «Гірничий устав» шахти Величка — королем Казимиром Великим у 1386-му. Початок підземного (механічного) видобутку кам'яної солі був пов'язаний із традиціями велицького солеваріння, причому в умовах копальні з'явилася можливість мати постійний штучний розчин і не залежати від мінливих природних соляних джерел. Воду подавали в копальню, розчиняли сіль і відкачували розсіл стовбуром Водяна Гора, додатково збагачували розсіл дрібною сіллю й виварювали у спеціальних посудинах. Як паливо використовували деревину, яка поступово зникала з прилеглих до промислу районів. З урахуванням потреб великої кількості палива та проблем із його постачанням і високою ціною перевагу дістала механічна (суха) розробка соляних покладів, яка дозволила відразу отримувати високоякісну сіль, без процесу випарювання води.

Технологія розробки була тісно пов'язана з геологічними особливостями родовища. Велицьке родовище є частиною підкарпатської соленосної зони, яка виникла близько 20 млн років тому в міоцені. Родовище утворилося в результаті випару міоценського моря в умовах особливо сухого й жаркого клімату. Внаслідок пізніших тектонічних зсувів, пов'язаних із формуванням Карпат, первинні відклади переміщалися, що створило складну й неповторну будову соляного родовища. Характерною його особливістю є наявність двох різних частин: верхня — у вигляді величезних брил і блоків кам'яної солі, розміщених у зелених мулах. У цій частині, яка й розроблялася у Середньовіччі, на невеликих глибинах (50–140 м) розміщувалися гігантські соляні брили, що здебільшого

сягали об'єму понад 20 тис. м³ (окремі — до 100 тис. м³). Через зеленкуватий колір кристалів крупнозернистої будови цю сіль звали зеленою. Нижня частина родовища, яка експлуатувалася в нові часи (майже до кінця XX ст.), представлена пластовими покладами, які зберегли первинне чергування шарів. Вмісні породи — мулисті й мулисто-гіпсові відклади — ізолювали родовище від водоносних шарів.

Спосіб розкриття передбачав проведення стовбура, який мав улучити в соляну брилу. Її експлуатація велася згори вниз і могла тривати десятки років. За допомогою дерев'яних або залізних клинів відділяли соляні блоки правильної форми, які потім поділяли на частини й обтесували в циліндри. Незважаючи на їхню значну масу (від 300 до 2000 кг), соляні циліндри перекочували й піднімали на поверхню. Спочатку для піднімання використовували коловорот, який рухався м'язовою силою рук, або топчійні колеса, а з XV ст. застосовували кінний рушій, який розміщували як на поверхні, так і в шахті. Використання коней у шахті значно полегшило процеси транспортування та підйому, сприяло зростанню солевидобутку. Руйнування соляного масиву виключно ручними знаряддями тривало до середини XVIII ст., а з 1743 року у Величці почали застосовувати підривні (порохові) роботи.

Для забезпечення стійкості унікальних великорозмірних камер за їх контуром залишали охоронний шар солі, який був своєрідною тримальною оболонкою, що перешкоджала зміщенню й обвалу гірських порід. В окремих випадках облаштовували додаткові опорні конструкції у вигляді дерев'яних кострів, соляних стовпів, органного кріплення. Добре відомі неповторні просторові конструкції дерев'яного кріплення, які підпирають покрівлю в камері «Михаловіце» (відпрацьована у 1717–1761 рр.). Ця камера — одна з найбільших (об'єм її — близько 20 тис. м³, а висота — 36 м).

На початку кожна велика брила розроблялася окремою шахтою. Починаючи з XV ст. стовбури й камери почали поєднувати між собою штреками, проте до XVIII ст. проведення виробок було здебільшого безсистемним. Це пояснюється частими замінами

орендарів і підрядників, відсутністю координації гірничих робіт між численними власниками й гірничими артілями. Свідченням хаотичного характеру гірничих виробок є перша карта (план) велицьких розробок, створена М. Германсом у 1645 році. Вона дістала красномовну назву «Нитка Аріадни у лабіринті». Незважаючи на хаотичне нагромадження численних виробок і нерозвинений стан маркшейдерського мистецтва, у Величці була зроблена одна з перших масштабних гірничо-геометричних зйомок підземного простору величезної копальні.

Значний внесок в об'єднання й упорядкування системи гірничих виробок зробив талановитий гірничий інженер Я. Борлях, який у 1718 році очолив технічний нагляд велицької шахти. Він розробив ефективні плани гірничих робіт, поглибив стовбури до нового рівня, удосконалив гірничий статут. Крім того, Борлях створив мальовничий «ідеальний переріз» шахти, в якому відобразив основні технологічні операції видобутку солі, а також сприяв художньому оформленню камер (соляні барельєфи, скульптури) та утворенню в них підземних каплиць і церков.

Дивосвіт підземелля, краса «геологічного декору» і соляної скульптури, велич підземних камер, а також складність інженерних завдань і гірничих машин здавна притягували до Велички монархів, аристократів, священиків, учених. Небагато є у світі місць, які бачили таке гроно видатних особистостей. На рубежі XVIII–XIX ст. тут почала діяти підземна туристична траса, яка відкрила доступ для огляду шахти широкому колу шанувальників гірництва. У цей час уявлення про гірничу справу були обов'язковим елементом культурних знань кожної освіченої людини, що сприяло припливу численних відвідувачів з усієї Європи.

Особливе зацікавлення викликали підземні церкви та каплиці, збудовані у виробках Велички. Християнська традиція, така розвинена в середовищі гірників, знайшла відображення в каплиці Святого Хреста, де відбувалися молебні шахтарів перед початком робіт, Святого Антонія, покровителя велицьких солекопів, Благословенної Кінги, що стала окрасою шахти-музею, та ін. Образ княгині

Кінги, легендарної засновниці велицької шахти, гірники зазвичай розміщували поблизу шахтного підйому, де молилися після закінчення робочої зміни. Давнє гірниче вітання «Бог поміч» можна почути сьогодні у Величці багатьма мовами світу. Старовинний символ велицької шахти — срібний ріг солекопів — готовий (як і кілька століть тому), подати сигнал до початку гірничих робіт.

Підсумовуючи етапи розвитку солевидобутку, зазначимо, що він відбувався у двох напрямах — колодязним і свердловинним добуванням розсолу (з наступним його випарюванням) та підземною розробкою родовищ кам'яної солі. Видобуток кам'яної солі шахтним способом був освоєний кельтами вже в давньому світі й довго співіснував із технологією видобутку розсолу. Широке використання деревини як палива для випарювання солі в часи пізнього Середньовіччя спричинило масове винищення лісів і стимулювало пошук альтернативного палива, яким згодом стає вугілля. Освоєння значних родовищ кам'яної солі підземним способом сприяло появі потужних шахт, особливістю яких стають виробки (камери) величезних розмірів, що суттєво вплинуло на розвиток гірничих технологій. Видобуток солі, як і видобуток руд металів, стає засадничою складовою середньовічного гірництва.

4.4. Коштовне каміння Старого Світу

В руки візьми ти кристал, незрівнянний сяючий камінь,
Променів виблиск небесних замкнений в камені дивнім.
Радує серце богів його надзвичайна прозорість.
Якщо з кристалом в руці ти підійдеш до храму святого,
Просьбі смиренній твоїй небеса не відмовлять ніколи.

«Літика», IV ст.

Найдавніші згадки про самоцвіти

Справжнє ювелірне мистецтво виникає в Середньовіччі, проте огляд історії освоєння коштовних каменів розпочнемо з більш ранніх часів, оскільки в країнах Сходу (основних постачальниках самоцвітів) більшість розробок, які отримали основний розвиток у середні віки, були розпочаті ще до нашої ери.

Хоч би якими давніми були відкриті археологами та істориками пласти людської цивілізації, серед знахідок незмінно є різноманітні прикраси. Важко точно окреслити період, коли коштовне каміння увійшло в життя людини (у різних частинах світу цей час не однаковий). Археологічні розкопки, проведені на дуже багатих на самоцвіти територіях Індії та М'янми, свідчать, що давнє населення прикрашало себе, свою зброю та начиння вже в VIII–VI тисячолітті до Р. Х. (використовували здебільшого місцеві халцедони, агати, нефрити, які легко виявити й добути) [78]. Із самого початку коштовне каміння приваблювало людину чудовими барвами й досконалими формами кристалів, породжувало містичні уявлення про незвичайні властивості самоцвітів, зокрема чудодійну силу оберігати людину від зла та хвороб. Розвиток релігійних уявлень сприяв ставленню до рідкісних каменів як до магічних супутників богів. Зображення єгипетської богині Хатхор поєднували з бірюзою та малахітом. Бога Вішну зображували в Індії з яскравим рубіном на грудях. Третє око Шиви в храмових статуях іноді

[78] Дослідження індійського мінералога Рао Бохадура.

оздоблювали дорогоцінним алмазом. За описом Геродота, храм Геракла у Тирі прикрашав стовп, виточений із валуна зеленого берилу. Смарагди оточували богиню Фуру у храмах доколумбової Америки. Богам щедро жертвували їх улюблені камені.

Численні згадки самоцвітів у Біблії (середина II тисячоліття до Р. Х.) свідчать про використання їх у культових обрядах тав широкому вжитку (загалом у Біблії згадується 31 коштовний камінь). Так, наперсник (нагрудна чотирикутна пектораль) першого первосвященика Аарона містив 12 дорогоцінних каменів. Сам Бог розказав, як створити наперсник: «І понасаджуєш на йому оправлене каміння, чотири ряди каміння; один ряд: сард, топаз і смарагд, ряд перший; а другий ряд: гранат, сапфір і діамант; а ряд третій: опал, агат і аметист; а четвертий ряд: хризоліт і онікс і яспис; оправлені в золото будуть вони в своїх кубельцях. І будуть камені на ймення синів Ізраїлевих, дванадцять на імена їх; вирізані як печатка, кожен із ім'ям своїм буде, по дванадцяти колінах» (Друга книга Мойсея, 28: 17–21) [79].

В Об'явленнях св. Івана Богослова захоплення від краси священного християнського міста, нового Єрусалима, що сходить із небес, відображено порівняннями з коштовним камінням: «А була будівля муру його ясписова, а город — золото чисте, подібне до чистого скла. А підвалини муру міського всяким дорогим камінням прикрашені. Перша підвалина яспис, друга сапфір, третя халцедон, четверта смарагд, п'ята сардонікс, шоста сердолік, сьома хризоліт, восьма берил, дев'ята топаз, десята хризопраз, одинадцята гіацинт, дванадцята аметист. А дванадцять брам то дванадцять

[79] Різні переклади Біблії дають дещо відмінні переліки каменів наперсника. Це пояснюється відсутністю чітких ідентифікаційних ознак мінералів у давньому світі й Середньовіччі (назва визначалася здебільшого кольором каменя). З певністю можна стверджувати, що названий у переліку діамант не має нічого спільного з алмазом (до XVI ст. під поняттям «діамант» у перекладах цього фрагмента мали на оці яшму або сапфір). Однозначної думки, як трактувати арамейські назви каменів, немає й досі.

перлин. А кожна брама із однієї перлини. А вулиці міста — то золото чисте, мов скло прозоре»(Об'явлення, 21: 18–21).

Самоцвіти згадуються в одному з найдавніших літературних творів людства — «Епосі про Гільгамеша», створеному в Давньому Шумері у XXII ст. до Р. Х. Окремі відомості про мінерали можна знайти в індійських «Ведах»(XI–X ст. до Р. Х.). Найдавніші погляди китайських мислителів на коштовні камені викладені в трактаті «Сан-Хей-Дін» («Давні розповіді про гори та людей»), який описує 17 мінералів і датований серединою I тисячоліття до Р. Х. Найбільш вагомими працями античного світу в царині мінералогії слід вважати трактат Теофраста «Про камені» (IV ст. до Р. Х.) та енциклопедичну працю Плінія «Природнича історія» (77 р. нашої ери), до якого зокрема входить том «Природнича історія копалин».

В індуїстських книгах «Гарудапурана»й «Агастімата»(раннє середньовіччя) міститься вчення напівлегендарного ченця Агастьї про коштовне каміння. «Ви довідаєтеся про походження коштовного каміння, яким повелителі демонів і земні володарі на знак своєї гідності прикрашають пояси, намиста й вінці. Я розповім вам про родовища коштовного каміння, його види, забарвлення, про недоліки й дивовижну силу, а також про його ціни, устави й звичаї купців, що торгують дорогоцінним товаром» (завдяки своїй надзвичайності й красі самоцвіти стали найбільш коштовним матеріалом серед усіх, що їх знало людство). На початку VII ст. в Індії з'явився трактат Буддабхатти про коштовне каміння, де, крім міфологічних відомостей, наведено також дані практичного характеру. Вершиною середньовічної думки про коштовне каміння стала книга хорезмського вченого-енциклопедиста Аль-Біруні «Зібрання відомостей для пізнання коштовностей»(XI ст.), яка найбільш повно увібрала в себе знання з мінералогії та гірництва свого часу. Хоча мусульманська традиція вчила не надавати великого значення земним благам (в тому числі й багатим прикрасам), але там, де потрібно було підкреслити справжню красу Божого промислу, самоцвіти використовували як найбільш досконалий

матеріал. Одна з перших книжок слов'янського світу, де є свідчення про коштовне каміння, — «Ізборник Святослава» [80] (XI ст.). У ньому подано описи деяких властивостей каменів — кольору, міцності, ціни, можливості використання в медицині (останнє було значною мірою марновірством).

Бірюза — один із перших коштовних каменів

Серед найдавніших коштовних каменів, видобуток яких став масштабним промислом, була бірюза [81] (мінерал являє собою фосфат алюмінію та міді). В історії Давнього Єгипту пошанування бірюзи спостерігається безперервно протягом кількох тисячоліть. Археологічні дослідження виявили значну кількість прикрас і амулетів (зокрема фігурки священного жука-скарабея), виготовлених в епоху Давнього царства на початку III тисячоліття до Р. Х. (розкопки поселень Абідос, Нагада), а також більш пізніх часів Середнього і Нового Царства. Давні бірюзові копальні розташовувалися на західному узбережжі Синайського півострова, де розроблялися родовища Ваді-Магара («Долина печер») і Серабіт-ель-Кадім («Бірюзові сходи»). Ось що пишепро ці родовища академік О. Є. Ферсман: «Тут у червоних нубійських пісковиках знайдено першу бірюзу, тут уперше у виробах Єгипту, в його бла-

[80] Пам'ятка давньоруського перекладного письменства, своєрідна «богословська енциклопедія», яка була створена в Києві для чернігівського князя Святослава Ярославича 1073 року (переписана з болгарського оригіналу — збірника царя Симеона). Ізборник 1076 року, складений у Києві «з багатьох княжих книг», окрім грецьких тлумачень Святого Письма містив також матеріали руського походження з великокняжої бібліотеки. У фонетиці, морфології й лексиці тексту Ізборника спостерігаються численні українізми.

[81] Українська назва походить від перського «фірюза» («та, що несе перемогу й щастя»), що пов'язана з авестійським коренем «сяяти, блищати». У романо-германських мовах бірюзу називають «тюркіс», оскільки камінь потрапляв у Європу із Персії через Туреччину.

китних жуках-скарабеях розпочався культ цього каменю, за яким відряджалися тисячі полонених рабів у безводні пустелі Синаю».

Бірюзу знаходили здебільшого у вертикальних жилах, що розтинали нижньокрейдяні (нубійські) пісковики. Близький до червоного колір пісковиків свідчив про вивітрювання й окиснення наявних мідних руд, які згодом почали видобувати гірники бірюзових копалень. Розкривання родовища здебільшого виконувалося штольнями завдовжки в декілька десятків метрів, завширшки близько 1,5 м і заввишки до 2,5 м, які проводили за простяганням жили. Іноді застосовували метод розкриття покладу стовбурами. Породи руйнували кам'яними ломами й товкачами, а також бронзовими зубилами й дерев'яними молотками. У кращі часи єгиптяни видобували до 400 кг бірюзи за рік.

Організацією видобутку займалися безпосередньо фараони та жерці богині Хатхор. У Серабіт-ель-Кадім на висоті 1500 м було споруджено храмовий комплекс богині Хатхор, де мали притулок, молилися й наставлялися на працю єгипетські рудокопи. Численні експедиції залишали у дворі храму кам'яні стели, присвячені Хатхор, де зокрема повідомляли імена керівників гірничих робіт, кількість та імена гірників цієї експедиції, мету їхнього виробничого завдання. Значна кількість цих стел збереглася дотепер і донесла до нас історію єгипетського гірництва в особах. Цікавою пам'яткою цих подій є свідчення єгипетського фараона Рамзеса III, залишене в тексті «Великого папірусу Харріса»(XII ст. до Р. Х.): «Я послав вельмож і чиновників у країну бірюзи, до матері моєї Хатхор, повелительки бірюзи. Привезли вони для неї срібло, золото, царське полотно, просте полотно, а також численні речі, незліченні, як пісок, у обитель її. І ось привезли мені чудову справжню бірюзу в багатьох мішках. Привезені вони в присутності моїй. Не було зроблено нічого подібного з часів Царів». Видобуток бірюзи на Синаї було продовжено за часів грецької династії Птолемеїв (славнозвісні копальні Клеопатри) і за володарювання римлян (експлуатація рудників тривала до VII ст. нашої ери).

Головним осередком видобутку найкращої у світі бірюзи в часи Середньовіччя був Хорасан (Північно-Східний Іран), де розроблялося найбагатше Нішапурське родовище . Перські бірюзові рудники пов'язані з шерегою гір, що простяглася із заходу на схід між містами Котшан і Нішапур. Гірські пасма складені молодими третинними вапняками й пісковиками із шарами кам'яної солі та гіпсу. Бірюзові штокверки розвинені від поверхні до глибини 100–120 м і розташовані на невеликій відстані один від одного вздовж зони тріщинуватості. Бірюза залягала у штокверках системами невеликих жилок завтовшки 2–15 мм. Найбільш уславлені копальні розташовувались поблизу селища Фірюза-Мааден [82] у дуже перетятій гірський місцевості, у скельних масивах якої шукачі блакитного каменю в різні часи утворили сотні різноманітних виробок.

Найкращі описи старовинних рудників Нішапурського родовища належать вітчизняним геологам (у 1886 році його відвідав К. Богданович, а в 1930-му — О. Сосєдко). За їхніми даними, численні гірничі розробки різних часів сягають тут глибини 100 м і утворюють складний лабіринт горизонтальних, похилих і вертикальних виробок, а також просторих камер. Найбагатша бірюза розроблялася на південному схилі гори Алі-Мірза, висота якої сягає 2000 м. Середньовічні копальні розташовувались на кількох рівнях, починаючи з підошви гори. Трикілометрова поверхня вздовж гори вкрита численними глибокими ямами, кар'єрами й шахтними стовбурами. Великі рудники започатковувались як кар'єри на схилі гори, з донної частини яких проводили крутоспадні стволи вглиб масиву, що розгалужувалися штреками й переходили в просторі камери.

Кріплення у виробках не було. Стійкість забезпечувалася малою шириною штреків (до 1,5 м), а також закладанням виробленого простору камер пустою породою. Перше сортування бірюзи

[82] Дослівно «бірюзовий рудник». Слово «мааден» (тобто руда, рудник) набуло широкого вжитку в країнах Сходу й Південного Кавказу як топонім, пов'язаний з гірництвом.

здійснювали біля вибоїв, відкладаючи багаті руди в шкіряні або полотняні мішки. Пусту породу виносили в решетах (цим займалися здебільшого діти й старі). Для освітлення використовували глиняні плошки з олією та ґнотом.

Слід зазначити, що місто Нішапур лежало на головному караванному шляху між Сходом і Заходом й поставляло бірюзу в різних напрямках уже за кілька століть до Р. Х. Кілька разів зруйноване, воно відродилося після завоювання Персії арабами (VII ст.), які сприяли відродженню бірюзового промислу й постачанню цього коштовного каменю на ринки Халіфату. Пізніше перські шахи встановили монополію на видобуток бірюзи, який здійснювали під контролем державних чиновників, і спрямовували її в шахську казну. Торгівля цим каменем давала значні прибутки державі, оскільки нішапурська бірюза славилася особливою красою та вважалася найбільш цінною серед усіх подібних каменів. Найкраща у світі бірюза (за розміром, кольором, однотонністю) опинилась у скарбниці перських шахів, де впадала в око колекція інкрустованих бірюзою кальянів, срібного посуду та зброї. Найбільшим скарбом була тіара шахині Фарах Пехлеві, в якій зосереджувалися неперевершені бірюзові камені різних розмірів.

Серед важливих центрів розробки бірюзи слід назвати також Середньоазіатський район, що прилягає до Північного Ірану й простягається на територію Узбекистану, Таджикистану, Киргизстану й Південного Казахстану. Системи численних стародавніх і середньовічних бірюзових копалень розташовані в Центральних Кизилкумах, рельєф яких є кам'янистою пустелею (бірюзу знаходять в осадово-метаморфічних товщах), а також на Чаткало-Курамінських гірських хребтах, де цей коштовний камінь залягає у штоках і дайках магматичного походження. Широко знані родовища Ташкентської області (середньовічний Чач), зокрема найбільш відомий бірюзовий рудник Унгурлікан. Ширина рудних зон становила тут 10–15 м, глибина мінералізації — до 60 м, простягання кварц-бірюзових жилок — декілька сотень метрів. Аль-Біруні відзначав, що «бірюза Чача високо цінувалася на Сході».

З часів Середньовіччя відомі мистецькі бірюзові вироби Китаю. Вважають, що широку популярність бірюза здобула після завоювання Персії 642 року. Вона стала другим (після нефриту) улюбленим національним каменем Китаю. Марко Поло згадує про розробки бірюзи в районі Ченду (нинішній Цзе-Чу-Ань). Окремі копальні розташовувалися у віддалених районах Тибету. Імовірно, значна частина бірюзи імпортувалася в Китай також із Хорасану й родовищ Середньої Азії.

Смарагди

З давніх часів серед володарів держав, жерців і найбагатшої знаті цінувалися рідкісні й дуже дорогі смарагди, рубіни та сапфіри. «Немає кольору, який був би приємніший для очей, ніж колір смарагда [83], оскільки ми із задоволенням дивимось на зелену траву й листя дерев, а на смарагди тим охочіше, що порівняно з ними жодна річ не буває зеленішою».

Смарагд — це прозорий, рідкісний і дуже коштовний різновид благородного берилу (найкращі камені ціняться дорожче, ніж рівні за вагою діаманти). Найбільш давніми родовищами смарагдів вважають родовища Єгипту, що залягають в Аравійській пустелі між Нілом і Червоним морем. Ці родовища були відкриті, ймовірно, ще за перших фараонів, а добуті тут смарагди знаходять у єгипетських похованнях, починаючи з часів Середнього царства (з XIX ст. до Р. Х.). Серед небагатьох письмових згадок про давній видобуток коштовних каменів до нас дійшло повідомлення, що у 1400 році до Р. Х. фараон Сеті I відправив у Східну пустелю експедицію на пошуки й розробку смарагдів і бірюзи; збереглися також «звіти» начальника експедиції Гароеріса. Вельми інтенсивні розробки цих родовищ велися за царювання в Єгипті грецької династії Птолемеїв (305–30 рр. до Р. Х.), зокрема цариці Клеопатри,

[83] Назва походить від аккадського слова «барагту» — блищати, яке з часом трансформувалось у грецьке «смарагдос» — зелений камінь.

бірюзові й смарагдові копальні якої зажили собі великої слави. Час завершення експлуатації рудників достеменно невідомий, імовірно, вони були покинуті в часи пізньої античності, а пізніше знов експлуатувалися до кінця XVI ст.

Європейське «відкриття» уславлених смарагдових копалень Єгипту відбулося у 20-х роках XIX ст., коли французький золотар Ф. Кайо знайшов поблизу гори Джебел Забара (200 км східніше Нілу й 35 км західніше Червоного моря) ознаки 40 смарагдових копалень. Дослідження показали, що коштовні камені невеликого розміру залягали в слюдиті гранітно-гнейсової товщі. Найбільша глибина шахт сягала 240 м. Ф. Кайо показав знайдені камені каїрським урядовцям, які спорядили гірничу експедицію, але через несприятливі кліматичні умови (небувала спека тих років) та віддаленість рудного району від джерел питної води відновити видобуток смарагдів не вдалося. Науковим успіхом цієї експедиції під керівництвом Ф. Кайо було відкриття ще одного потужного району видобутку на горі Джебел Сікет, де виявили сліди понад 1000 гірничих виробок різних часів. Поблизу знайдено руїни міста давніх гірників, у якому було понад 500 будинків.

Регіони видобутку смарагдів у давньому світі не обмежувалися Єгиптом. Пліній у «Природничій історії» пише: «Найшляхетніші смарагди — скіфські, названі так по тому народу, в якого вони є. Велику похвалу мають бактрійські.., але пишуть, що вони значно дрібніші скіфських. Третє місце посідають єгипетські, які в околицях міста Конта у Фівській області викопуються зі скель і стрімчаків. Інші роди містяться в мідних рудниках». Найімовірніше, що славетні смарагди скіфів походили з Бактрії (давньої держави на території Афганістану, Таджикистану й Узбекистану), хоча не виключають можливість потрапляння в Північне Причорномор'я уральського каміння. У 1831 році було відкрито багаті родовища смарагдів на Середньому Уралі (північніше сучасного м. Азбеста), але давніх смарагдових копалень чи окремих виробок поки що не виявлено. Виявлення в 1971 році окремих смарагдів у метаморфічних породах Приазов'я (кристали розміром 1,2–2 см траплялися

у слюдитовій оторочці пегматитових жил) дозволяє припустити, що їх могли видобувати скіфи на землях України.

Основним регіоном видобутку (точніше — рідкісних знахідок) смарагдів у середні віки (до відкриття іспанцями Америки) була територія Центральної Азії, зокрема Афганістану, Персії, Пакистану, Індії. Розробки багатих родовищ найкоштовнішого лазуриту в Бадахшані (високогірний район Паміру на північному сході Афганістану й прилеглих територіях Таджикистану) іноді сприяли знахідкам смарагдів, які надходили до скарбниці східних володарів. Цікаво, що в країнах ісламу зелений смарагд позитивно сприймався як бажаний магічний камінь. Один із найбільш уславлених каменів — смарагд «Могол», який був знайдений 1695 року в Персії й проданий індійському володарю Ауранджебу, містив з одного боку п'ять рядків мусульманської молитви, з іншого — квітчастий візерунок. Християнська традиція, навпаки, вважала смарагд чаклунським каменем, породженим пеклом. За легендою, найбільший смарагд впав на землю з шолома Люципера, коли його вигнали з неба. Чаша Грааля була витесана саме з цього смарагда. Збереглися зображення двобою святого Георгія зі змієм (утіленням зла), у яких тіло змія зроблено зі смарагдів. Алхімічні настанови з виготовлення філософського каменю, здатного перетворювати метали на золото й давати безсмертя, були (на переконання алхіміків) викарбувані саме на смарагдовій скрижалі. В історії міфів ця скрижаль є величезним смарагдом, на якому вирізьблені постулати окультних наук. Його нібито було знайдено поруч із мумією єгипетського бога мудрості Тота, якого ототожнюють з Гермесом.

Здавна коштовні камені були шановані й в Україні. Так, згідно з традицією, клейноди Київської держави (Русі) прикрашалися дорогоцінним камінням, зокрема смарагдами. І сьогодні Булава Президента України має 64 камені (смарагди й гранати) у складній золотій оправі. Рукоятка Гербової печатки Президента України прикрашена лазуритовою кулею, яка, завдяки фактурі каменю, нагадує вигляд Землі з космосу. Коштовне каміння широко використовували представники українських княжих і козацько-старшинських

родів для оздоблення зброї, ікон, срібних водосвятних чаш, оправ Євангелій тощо.

Рубіни й сапфіри

Коштовні рубіни й сапфіри є рідкісними різновидами корунду [84] (за хімічним складом це глинозем, тобто оксид алюмінію), який за міцністю поступається лише алмазу. Латиною *rubeus* означає «червоний». Індуси завжди вважали його найголовнішим каменем. На санскриті він називається «Ратна Радж» (королева коштовних каменів). У середньовічному «Лапідарії» Філіпа Валуа рубін також названо царем каменів. Рубіни широко використовували для оздоблення монаршої атрибутики, віддаючи належне їх неперевершеній красі, винятковій рідкісності, а також нібито пророчим якостям.

За ісламськими переказами, архангел Гавриїл приніс рубін Авраама в святиню Каабу (Мекка), причому червоний рубін почорнів від людських гріхів. Цей камінь [85], що, за віруваннями, був наділений зором, мовленням і слухом, повинен свідчити на користь праведників у день Страшного суду. Він став священним каменем ісламу.

Голубий сапфір з давніх-давен символізував безсмертя душі. У Римі цей камінь шанували як самовидця істини й правосуддя. Християнська церква обрала його головним символом божественного кольору й радила єпископам і кардиналам носити сапфір на правій руці як ознаку того, що їм даровано Небом право благословляти й вершити правосуддя. Цей звичай був затверджений буллою папи Інокентія III у XII ст. і зберігався протягом Середньовіччя (англійські єпископи отримували перстень із сапфіром при посвяті в сан).

Найшляхетніші родини феодальної Європи демонстрували своє багатство й могутність, хизуючись коштовними рубінами й

---

[84] Корундами мовою хінді (Північна й Центральна Індія) називають рубіни й сапфіри.

[85] За однією з версій це — метеорит.

сапфірами в прикрасах, інкрустованій зброї, посуді, одязі. Але їхні коштовності були вельми скромними проти самоцвітів, що належали володарям Сходу. Аль-Біруні писав: «Потім царі стали прикрашати себе різноманітними коштовностями, щоб серця насолоджувались розкішною феєрією багатств, щоб на них спрямовувались бажання й на них покладались надії».

Середньовічні правителі Індії — Великі Моголи володіли п'ятьма золотими тронами, оздобленими найкращими каменями, про які промовляють назви тронів: алмазний, смарагдовий, рубіновий, сапфіровий і павичевий. Французький мандрівник Ж.-Б. Таверньє, який бачив павичевий трон, нарахував у ньому 108 великих рубінів і близько 160 смарагдів. У літньому палаці китайських правителів Богдиханів було споруджено із золота макет палацу довжиною близько 5 м і шириною 3,6 м з деревами, листям та квітами зі смарагдів, рубінів, сапфірів. Скарбниця перських шахів зберегла унікальні вироби, оздоблені рубінами, зокрема шахський пояс із 20 унікальними каменями. Англійський дипломат Дж. Горсей, який кілька разів бував у Московському царстві в період між 1573 і 1591 рр., залишив цікаві спогади про царське життя, зокрема про скарбницю царя Івана Грозного, яку йому пощастило побачити. Серед іншого він зазначає наявність різноманітних коштовних каменів найвищої якості й описує коментарі царя, які свідчать про його захоплення самоцвітами й велику обізнаність із їх містичними властивостями.

Цікаво, що, хоча рубіни та сапфіри можна було побачити у зібраннях коштовностей багатьох володарів Сходу та Заходу, видобуток їх був локалізований лише в кількох регіонах Східної Азії, звідки коштовні камені розпочинали шлях у скарбниці найбагатших і найвпливовіших людей світу. Найбільшу славу дістали рубіни родовища Могок (Північно-Східна М'янма). Тут, у «Долині рубінів», протягом майже п'ятнадцяти століть (до наших часів) видобували найкращі у світі рубіни відтінку «голубиної крові»(чистий, яскравий, глибокий червоний колір). Ж. Кессель у книзі «Долина рубінів» стверджував: «Усі рубіни, про

які повідомляють найдавніші тексти — Коран, Пісня над піснями, китайські літописи й індійські веди, — усі рубіни, які з одвічних часів одягали на себе князі, королі й імператори, усі рубіни, що прикрашали діадеми, тіари й корони, а також незліченні скарби раджів, — усі ці рубіни, усі до останнього, найбільш давнього, прийшли до нас з долини Могок».

Тут розроблялися розсипи коштовного каміння (здебільшого корундів), які утворилися в процесі розмиву давніх доломітів. Родовища рубінів і сапфірів Могока пов'язані з проривами сієнітовими тілами кристалічних вапняків (мармурів) з утворенням слюдитів з корундом, розмиви яких сформували знамениті бірманські розсипи. Продуктивний шар розташовувався під товщею осадів, які розкривали кар'єрами й неглибокими копальнями. Цікаво, що за давньою традицією правителі Могока залишали гірникам дрібні камені як оплату їхньої праці. Вважають, що це породжувало спокусу подрібнити великі камені, які ставали дедалі рідкіснішим явищем.

Значну кількість дорогих рубінів і майже половину синіх сапфірів світу дала Шрі-Ланка (о. Цейлон), де розробка родовищ корунду триває близько двох тисячоліть. Відомо, що славнозвісний багдадський халіф Аль-Мамун споряджав у IX ст. експедицію на Цейлон задля пошуків (або придбання) коштовного каміння. Першим серед європейців, хто описав видобуток коштовних каменів Цейлону як промивку розсипів у лотках, був італійський мандрівник Марко Поло («Книга про різноманітність світу», 1298 р.). У XVIII ст. вийшла «Історія Цейлону» капітана Рібейро, де зокрема повідомляється: «щоб виловити самоцвіти в річках, маври опускають у воду сітки, у яких знаходять топази, рубіни й сапфіри, що відправляють до Персії обмінювати на інші товари».

Головним районом видобутку самоцвітів були околиці міста Ратнапура (у перекладі з сингальської — «місто самоцвітів»), де на площі близько 2 тис. км^2 були зосереджені п'ять великих і десятки малих розсипів. Продуктивний шар (давній річковий галечник, «ілам») розташовувся на глибині від 1,5 до 15 м і був завтовшки

близько 0,6 м. При розробці відкритим способом основною технологією було промивання розсипного матеріалу в лотках, плетених з очеретин чи бамбукових тростин. Корунди корінних порід виявилися здебільшого непрозорими й малоцінними. Але тут, поблизу Ратнапури, було знайдено один із найбільших сапфірів вагою понад 400 каратів під назвою «Блакитна красуня Азії».

Менш продуктивними, але також відомими з давніх часів є родовища рубінів і сапфірів Таїланду та Західної Камбоджі. Це розсипні родовища, утворені процесами вивітрювання сапфіроносних базальтових товщ. Цікаво, що Таїланд (колишній Сіам) був і залишається важливим центром торгівлі корундами. Провінція Чантхабурі є головним світовим ринком рубінів і сапфірів. У 1881 році були знайдені й почали розроблятися родовища сапфірів у Кашмірі (басейн річки Хунца), що дає підстави припускати окремі знахідки тут коштовних каменів і в більш ранні часи.

Алмази

На завершення подамо огляд середньовічного видобутку найбільш знаменитих коштовних каменів — алмазів, які з'являються на історичній сцені дещо пізніше інших самоцвітів (через складність ювелірної обробки найміцнішого каменю), але стають найбільш жаданими й звабливими коштовностями людства. Алмази є кубічною модифікацією самородного вуглецю (гранецентрована кубічна ґратка — різновид ґратки Браве), міцність якого перевищує всі інші мінерали. Трапляються у різних за віком та генезисом розсипах, а також у кімберлітах [86] і навіть в окремих метеоритах.

Перші алмази були знайдені на території Індії. За непрямими даними, їх почали видобувати вже в I тисячолітті до Р. Х. Найдавніша згадка про алмази в давньоіндійській літературі залишилась в

[86] Кімберліт є досить рідкісною масивною брекчієподібною гірською породою, яка заповнює так звані трубки вибуху (прориву газів крізь земну кору). Детальніше про це — у розділі 7.

«Артхашастрі» («Наука про користь»), автор якої, Чанак'я, був першим міністром уславленого царя Чандрагупти (III ст. до Р. Х.). Про алмази оповідає індійська міфологія. Кілька творів VI–VII ст. описують учення монаха Агастьї про камені, де, зокрема, є легенда про походження алмазів. Згідно з міфічними уявленнями індусів, на розсип алмазів перетворилося тіло повелителя демонів Вали (Бали), коли бог Індра спопелив його блискавкою «ваджра». Таке трактування є небезпідставним, оскільки доля володарів найбільш коштовних алмазів часто була трагічною, що пов'язано з численними злочинами, скоєними заради заволодіння унікальними каменями. Запекла боротьба за алмазні скарби в уяві людей перетворилась на смертоносні якості самих алмазів. З іншого боку, легенди пов'язували володаря алмазів з великим успіхом, досягненням мети і навіть міцного здоров'я, що робило ці камені ще більш жаданими.

Серед інших самоцвітів досконалий алмаз довго залишався найбільш рідкісною знахідкою, оскільки цінувалися лише камені, мистецьки огранені самою природою (більшість алмазів непоказного вигляду не використовували в прикрасах, оскільки майстри не могли їх огранити). «Чистий і бездоганний алмаз, у якому вбачаємо шість кутів, чітко окреслені гострі грані, красивий відтінок і гладкі поверхні, який осяює все навкруги райдужним вогнем, нелегко знайти на землі... Це дар богів»(Буддабхатта «Ратнашастра», початок VII ст.). Були часи, коли такий «ідеальний камінь» вагою 20 тандул (приблизно 10 каратів) коштував у Індії близько 200 тис. карсапанів (майже 37,3 кг золота). На той час це були унікальні, поодинокі камені, ціна ж на менші алмази була в десятки разів нижчою, хоча то теж були чималі кошти.

Алмази непоказного вигляду використовували для виготовлення абразивного матеріалу з метою підвищення ефективності процесів свердління, а також для шліфування інших коштовних каменів. Аль-Біруні пише: «Мешканці Іраку й Хорасану не розрізняли алмази ні за виглядом, ні за відтінками. Для них усі алмази однакові й використовуються тільки для свердління». Далі Біруні описує

процес виготовлення алмазного порошку: «Алмаз загортають у свинцеву паляничку й довго та обережно б'ють по ній, допоки сила ударів не ослабить каменя й він більше не зможе опиратися (руйнуванню. — *Авт.*)».

Основні розсипні родовища алмазів зосереджувались у Південній Індії між річками Крішна й Пеннер, причому в історичному центрі цього видобувного району, місті-фортеці Голконда, сформувався й діяв протягом століть головний ринок алмазів. Потужні розсипні родовища розробляли в Центральній Індії (Ваджрагар), а також на північному сході країни Панна, Сімелпур, Маханаді (плоскогір'я Чхота-Нагпур).

Перші індійські алмази з'явилися на території Європи ще в часи пізньої античності [87], але не дістали широкого вжитку як прикраси (відомі були лише чутки про незвичайну міцність цього мінералу, завдяки чому на нього перейшла грецька назва «адамас», тобто «непереможний»). Теофраст не включив опис алмаза у свій лапідарій «Про камені» (315 р. до Р. Х.), але згадав його, порівнюючи з карбункулом (тобто вже чув про нього). Не виключено, що перші алмази потрапили в античні країни завдяки завоюванням Александра Македонського, армія якого вторглась у глибини Індостану в 326–325 рр. до Р. Х. Достеменно відомо, що алмази середньої якості невеликою кількістю використовували для оздоблення прикрас на межі нашої ери в Римській Імперії. Перший достовірний опис алмаза за античних часів був зроблений Плінієм у «Природничій історії» (I ст. н. е.).

Протягом раннього Середньовіччя відомості про алмази поширювалися здебільшого у вигляді легенд і чуток, а також у поетичній та казковій формах. Більш-менш правдиві відомості про них

---

[87] У Британському музеї зберігається грецька бронзова статуетка (датована 480 р. до Р. Х.), очі якої оздоблені необробленими алмазами. Дехто з експертів вважає, що ці алмази були вставлені на місце очей у більш пізній час, тобто заперечують використання алмазів греками у V ст. до Р. Х.

почали потрапляти в середньовічну Європу від нечисленних мандрівників і купців, яким пощастило побувати в Індії. Марко Поло у «Книзі чудес світу», описуючи свої спостереження країн Сходу (подорожі 1271–1288 рр.), між іншим зазначає про видобуток алмазів у країні Мутфілі (територія, прилегла до міста Мачіліпатнам у дельті річки Крішна): «У гірських районах цього царства знаходять алмази. Коли розпочинається сезон дощів, вода могутніми потоками падає на скелі й проникає у печери. Коли вода сходить, люди вирушають на пошуки алмазів і багато їх знаходять у висохлих руслах річок. У літній час, коли стоїть нестерпна спека, а дощів зовсім немає, люди небезпечними стежками піднімаються в гори, що кишать зміями. Там містяться глибокі долини, які розсічені ущелинами й оточені прірвами, у яких і знаходять алмази».

Далі Марко Поло наводить поширену легенду, яка «розкриває секрети» видобутку алмазів. Згідно з нею, на поміч людям приходять численні птахи, що мешкають у горах. Щоб не зустрітися зі зміями «шукачі алмазів підходять до краю ущелин і скидають вниз шматки м'яса. Орли спускаються за ними й виносять на вершини гір. Люди негайно піднімаються до пташиних гнізд і часто знаходять там алмази, що прилипли до м'яса. Якщо орли встигли проковтнути м'ясо, люди ночують біля гнізд і зранку знаходять камені в посліді». Цікаво, що ця легенда вперше наведена ще в «Сказанні про Александра» [88], укладеному близько 200 р. в Александрії й відомому нам у переказі класика перської середньовічної поезії Нізамі Гянджеві як «Іскандер-наме». Подібний спосіб видобутку алмазів описано в арабських казках про Синдбада-мореплавця. Його ж переказували протягом кількох століть європейські купці, які вели торгівлю з Індією.

У 1444 році до Італії повернувся венеціанський купець Ніколо Конті, який майже два з половиною десятиліття мандрував країнами Азії. На прохання Папи Римського Євгена IV купець докладно

[88] Ідеться про Александра Македонського, зокрема про його індійський похід.

описав історію своїх подорожей, зокрема життя в Індії. Тут також знаходимо індійську легенду про птахів, що приносять алмази, а разом з тим достовірні (хоча й неповні) свідчення про розробку розсипних родовищ: «Там потрібно рити землю, поки не з'явиться галька, покрита водою. Тоді вони беруть решето й накладають в нього гальку, при цьому вода стікає, а камені залишаються. Їх потім сортують і знаходять алмази. Володарі копалень стежать, щоб раби не крали камені; наглядачі ретельно обшукують їх одежу й оглядають тіло». Крім опису розробок, Конті говорить і про район видобутку Ваджрагар (Центральна Індія), де справді існували багаті алмазні родовища.

У 1469 році до Індії потрапив тверський купець Афанасій Нікітін, який виклав свої спостереження у книзі «Ходіння за три моря». Між іншим він характеризує алмази як перспективний товар, подає ціни каменів і вартість ділянок видобутку. «У Раджпурі родиться алмаз старої й нової копальні... Алмаз народжується в кам'яній горі, й продають ту кам'яну гору, якщо алмаз нової копальні, то по 2 тис. золотих фунтів за лікоть, якщо ж алмаз старої копальні, то по 10 тис. золотих фунтів за лікоть» (тобто ділянки, на яких уже ведуть багатий видобуток, уп'ятеро дорожчі за ті, де роботи тільки починають і обсяги майбутнього видобутку достеменно не відомі). Афанасій Нікітін, либонь, був першим європейцем, який відвідав славнозвісну Голконду з її найбільшим ринком алмазів. Примітно, що вже через століття якісні алмази прикрашали скарбницю московських царів. Джером Горсей записав думку Івана Грозного щодо найдорожчого каменя: «Алмаз блиском дорожчий і цінніший за всі інші. Він приборкує лють і розбещеність, посилає поміркованість і цнотливість. Ніколи я не любив його».

У 1526 році в Індії виникла імперія Великих Моголів, династія яких походила від великого монгольського завойовника Тамерлана. Понад 200 років моголи володіли Індостаном і вели майже безперервні війни із сусідніми державами, а також зі своїми васалами та європейськими завойовниками. Небувала пишнота та розкіш індійських володарів, їх залюбленість у коштовні камені досягли

апогею за царювання Великого Могола Аурангзеба (друга половина XVII ст.). Тогочасну Індію, а також багатства царського двору описав видатний французький купець і мандрівник, довірена особа французького короля Людовіка XIV — Жан-Батист Тавернье, який зокрема зазначав: «Цей двір ще більш пишний, ніж двір у Версалі, государ править безмежною країною й живе, потопаючи в розкошах». Його багаторазові експедиції до Індії значною мірою сприяли розвитку торгівлі з цією країною, встановленню моди й сталого попиту на алмази серед королівських династій і найвпливовіших людей Європи.

Під впливом розповідей Тавернье та його книги з описом індійських алмазів видатний дрезденський золотар Йоганн Дінглінгер створив свій неперевершений шедевр — мініатюру «Королівський двір у Делі в день народження Великого Могола Аурангзеба». Золото, срібло, емаль, 4909 алмазів, 164 карбункули, 160 рубінів, 1 сапфір і 53 перлини, використані в цьому витворі мистецтва, були спробою відобразити казкову розкіш шляхетного прийому в індійського володаря.

Особливу зацікавленість викликають описи Тавернье алмазних копалень. Він відвідав розробки в Рамулкоті «в п'яти днях їзди від Голконди й у восьми-дев'яти від Біджапура.

В околицях того місця, де знаходять алмази, лежать землі з піщаним ґрунтом, укриті лісами й скелями, зовсім як під Фонтенбло. У цих скелях і знаходять різноманітні жили від півпальця до пальця товщиною. Добувачі алмазів заганяють у ці жили маленькі залізні штирі, загнуті спереду. Цим інструментом вони добувають із жил пісок чи землю, наповнюють ними посудини й у цій землі знаходять алмази».

Інший спосіб видобутку алмазів французький купець спостерігав на копальнях Колур. «Уперше, коли я відвідав ці копальні, я зумів нарахувати тисячі робітників — чоловіків, жінок, дітей, що виконували там різні роботи. Чоловіки копали, жінки й діти носили землю». Поряд із видобувним кар'єром була огороджена ділянка, куди зносили весь ґрунт. На ділянці викопували кілька колодязів,

з яких брали воду й поливали її на принесену землю. У цих розмивах вишукували алмази.

Збереглися також описи розробки алмазів поблизу Голконди в англійця Метгольда, який побував на індійських копальнях у 1622 році (раніше за Таверньє). «Наступного дня ми прийшли на рудник, розташований за дві милі від міста Голконди. Кількість робітників сягала тоді десятків тисяч осіб, перші рили землю, другі насипали її в бочки, треті виливали воду з ям, четверті виносили землю на вирівняну й утоптану ділянку й розсовували її у вигляді шару товщиною від чотирьох до п'яти дюймів [89]; у таких умовах земля швидко висихала. На другий день робітники ретельно перегрібали землю й розбивали камені, що траплялися в ній... Копальня була віддана на відкуп за 3 тис. магодесів одному купцю, який вже від себе передавав деякі ділянки для розробки іншим промисловцям. Алмази вагою понад 10 каратів, за чинними правилами, передавалися в скарбницю». За свідченнями Метгольда, рудник розташовувався біля підошви великої гори, поблизу річки Крішна. Цікавим є також його спостереження, що в алмазному окрузі найбільш необхідні життєві припаси продавалися за непомірно високими цінами (характерна риса майбутніх алмазних і золотих лихоманок). Незважаючи на достатньо реалістичні (хоча й рідкісні) описи видобутку алмазів, уявлення середньовічного суспільства про їх пошуки часто мали майже фантастичний характер.

Окрім відкритих робіт, використовували також шахтний спосіб видобутку. Опис підземного індійського алмазного рудника Панн наводимо за М. Пиляєвим (видання 1888 р.): «Сама шахта має діаметр від 12 до 15 м, а в глибину — 20. Поверхневий ґрунт, який вона прорізує, складається з горизонтальних шарів, що утворилися із залишків гнейсу; під ними знаходиться алмазна руда, суміш кременю і кварцу, що лежить на червонуватому глинистому ґрунті. Починаючи видобуток руди, шахту проходять у певному напрямку й витягають усе, що трапиться під руку. Робітники спускаються

[89] Один дюйм дорівнює 2,54 см.

похилим спуском, який охороняють солдати, працюють по коліно у воді, яку не можуть вичерпати навіть цебра водочерпальної машини. Робітники обмежуються тим, що наповнюють кошики брудноватою масою й подають її на поверхню. Там, під навісами, розміщується ціла система кам'яних жолобів, у яких руда ретельно промивається; кременистий залишок викладається на мармуровий стіл і надходить на розгляд сортувальникам. Ті, маючи за спиною наглядача, роздивляються камені один за одним, відкидаючи непридатні знов у кошик, а алмази залишають поруч себе. Здається, з часу відкриття алмазів ще не запроваджено жодного покращення способу їх видобутку».

Разюче збільшення попиту на алмази й, відповідно, зростання їх видобутку було пов'язане з відкриттям способів штучної огранки цих каменів. Протягом тривалого часу індійські ювеліри покращували зовнішній вигляд і блиск алмазів лише шляхом шліфування їх природних граней, утворюючи найпростішу форму октаедра (іноді сточували одну вершину до утворення плоскої поверхні). Справжнє мистецтво шліфування й огранення алмазів розпочалося лише з 1454 року, коли придворний золотар бургундського герцога Людвіг Ван-Беркен, звернувши увагу на явище взаємного полірування алмазів під час їх тертя, винайшов спосіб огранювання алмазів. Через два роки він за допомогою алмазного порошку, нанесеного на рухомий металевий диск, уперше огранив алмаз у формі троянди. Перший діамант (штучно огранений алмаз) став власністю герцога Бургундії Карла Сміливого, другий належав Папі Римському Сіксту IV, третій — французькому королю Людовіку XI (вважають, що славетні дванадцять діамантів кардинала Мазаріні також вийшли з майстерні Ван-Беркена). З 1582 року діяла професійна гільдія гранувальників. У середині XVII ст. амстердамський майстер Авраам Скаріа винайшов першу гранувальну машину, що в сукупності зі сталими традиціями золотарів Амстердама зробило це місто світовим центром ювелірного мистецтва (з яким конкурували Брюгге, Антверпен, Дрезден і Флоренція). Серед славетних діамантів світу, що мали багату й

драматичну історію, більшість походила з Індії: «Великий Могол», «Орлов», «Пітт» (він же «Регент»), «Герцог Тосканський», «Кох-і-Нор»(«Гора світла»), «Полярна зірка», «Сансі», «Імператриця Євгенія», «Нассак», «Паша», «Зелений дрезденський», «Шах», «Павло I» та ін.

Однією з найважливіших причин збільшення обсягів торгівлі алмазами та їх промислового видобутку (чисельність робітників, зайнятих на розробці алмазів у копальнях Панни, часом перевищувала десятки тисяч осіб) стало відкриття морського шляху в Індію й утворення там європейських факторій. Примітно, що португальську експедицію Васко да Гами, яка 1498 року досягла індійських берегів, значною мірою фінансувала антверпенська родина торгівців коштовностями Аффетаті. Пізніше португальці взяли під свій контроль Аденську затоку, факторію Гоа, а також, на деякий час, потужні індійські родовища алмазів у районі Голконди. Розпочиналася нова епоха колоніальних завоювань і колоніальної торгівлі (так званого нееквівалентного обміну), яка в науковому світі дістала вельми пристойну назву «Епоха великих географічних відкриттів».

Таким чином, видобуток коштовних каменів був потужним фактором розвитку гірництва в країнах Сходу як в основних постачальниках самоцвітів. Бірюзу, смарагди, рубіни, сапфіри, алмази використовували як сакральні камені, символи влади, прикраси, грошові вклади, їм приписували містичні й лікувальні властивості. З давніх-давен шукачі коштовних каменів відкривали й інші корисні копалини, сприяли комплексному освоєнню надр (найяскравіший приклад — гірники бірюзових копалень Давнього Єгипту, які виявили мідні руди Синаю й Тімни). Самоцвіти та їх обробка відкрили нову сторінку ювелірного мистецтва, розширили можливості художнього втілення уявлень людини про красу. Становлення ринку коштовних каменів сприяло «взаємопроникненню» цивілізацій Заходу та Сходу, виводило гірничі роботи з видобутку самоцвітів на промисловий рівень.

4.5. Традиції, вірування, знання

Рудокопи, втаємничений люд,
роблять ями в безвісних місцях,
тримаються віддалік людей.

Іов: 28

Традиції та вірування гірників середньовічної Європи

В умовах Середньовіччя накопичення суспільних багатств значною мірою визначалося розвитком гірництва, причому скарби, видобуті з надр, випереджали інші форми примноження статків. Виходячи з того, що оволодіти гірничим мистецтвом за короткий термін було неможливо, а заміна гірників кріпаками завжди вела до занепаду видобувного промислу, сильні світу сього вимушені були надавати гірникам особливі привілеї, які звільняли їх від багатьох феодальних повинностей, матеріально вивищували з-поміж інших людей праці, формували особливий кастовий дух. Потрапити до професійних гірничих об'єднань було складною справою, що потребувала попереднього учнівства, численних випробувань і формальної посвяти.

Становлення європейського гірництва в межах чернечих орденів перенесло врочисту посвяту служіння ордену на служіння гірничому цеху, який за багатьма ознаками нагадував свого релігійного попередника. Одночасно з особливими християнськими обрядами гірнича посвята серед іншого включала давній ритуал «стрибка через шкіряний фартух»(елемент робочого одягу середньовічного гірника, який захищав тіло ззаду від подряпин і вологи під час спуску похилим стовбуром і під час роботи). Цей елемент гірничої посвяти зберігався протягом багатьох століть і в стилізованій формі відродився у сучасній університетській посвяті студента-гірника в професію. Загалом однострій гірників, яким спершу була біла ряса ченця-цистерціанця, став ознакою

належності до привілейованої громади рудокопів і багато що міг розповісти про її носія (зокрема про ієрархічне становище в гірничому товаристві). Спеціальний одяг був обов'язковим на гірничих урочистостях та обрядових дійствах, причому сувора традиція його використання не переривалася майже до XX ст. і відновилася сьогодні в багатьох гірничих регіонах.

Найдавнішою сакральною гірничою символікою був ріг. Спершу його використовували як сигнальний інструмент (початок і кінець робіт, небезпека тощо), а пізніше — як посудину для олії світильників. Знаним символом гірництва є самі рудничні світильники, а найбільше відомі схрещені гірничі молотки (власне молоток і зубило на держаку) — основне знаряддя руйнування гірських порід протягом багатьох століть. Найстаріше символічне зображення схрещених молотків відоме з 1111 року (монастир Бергтесгаден, Німеччина), але й сьогодні це найпоширеніший символ гірництва.

Зазвичай давнє гірниче ремесло передавалося як спадщина від батька до сина й було справою життя цілих поколінь. З дитинства в майбутнього гірника формувалася повага до шахтарської праці й шанобливе ставлення до багатств земних надр, у родині передавались гірничий досвід та професійні знання. Оскільки добробут гірничих артілей повністю залежав від їхніх рудників, а вичерпання запасів на будь-якій ділянці було справою часу, то гірникам постійно доводилося рухатись далі й глибше, опановуючи чимраз складніші гірничо-геологічні умови. Це породжувало піонерський, пошуковий характер гірничої діяльності, що в умовах підвищеної мотивації шахтарської праці (свободи, даровані «Гірничим кодексом», високі матеріальні набутки) уможливлювало виникнення й упровадження нових технічних ідей.

Шахтарські риси формувалися у виняткових умовах праці під землею, що відрізняло гірників від представників усіх інших професій. Оскільки під землею гірник знаходився з ранку до вечора, то навіть сонце вдавалося бачити лише кілька годин літніми днями, решта життя (крім недільних свят) проходила в тьмяному світлі рудничних ламп. Наповнена небезпекою й крайнім фізичним напруженням

праця гірників потребувала товариськості, взаємодопомоги, «відчуття ліктя». Відвага, необхідна для роботи під землею, поєднувалася з готовністю захистити видобуті скарби, оскільки невеликі гірничі артілі зазвичай працювали в далекій глушині й часом зазнавали розбійних нападів (недаремно парадним атрибутом гірників стали бойова сокира та шпага, надійні помічники у протистоянні злодіям). Це додатково стимулювало об'єднання шахтарів у громади, сприяло проявам солідарності між ними.

Гірник, навіть найбільш досвідчений і старанний, постійно залежав від багатьох випадковостей: його підстерігали обрушення порід, прориви підземних вод, виділення смертельних газів, зміна властивостей гірського масиву та якості руд. Розуміння обмежених можливостей людини змушувало гірника просити захисту й допомоги у вищих сил, а великі ризики й небезпеки формували життєлюбний характер. Груба зовнішня оболонка шахтаря, показні риси бешкетника й відчайдуха уживалися з глибокою релігійністю, надією на Боже милосердя й заступництво, розвитком особистого духовного чину. Зазвичай середньовічний рудник був освячений християнським священиком, перед спуском у копальню гірники співали псалмів і молилися в підземній каплиці. Християнські підвалини, закладені білими ченцями в часи становлення гірничої справи середньовічної Європи, дістали подальший розвиток у незалежних артілях і в різних формах зберігалися до часів індустріальної епохи (частково існують і сьогодні).

Важко знайти якесь інше ремесло, де в професійному середовищі особливим чином вшановували б таку велику кількість християнських святих, серед яких найбільшу пошану отримали св. Варвара, св. Анна, св. Антоній, св. Даниїл та ін. Присвячені праведникам численні підземні церкви й каплиці, які споруджувалися шахтарями на рудниках упродовж багатьох століть, дивують своєю величною красою. Ще більшу значущість дістали церви в шахтарських містах. Шедеврами архітектури й внутрішнього оздоблення були гірничі собори в Кутній Горі, Фрайберзі, Аннаберзі, Шваці, Клаусталі та ін. Особливу роль відігравали ікони шахтарських церков,

які ставали реліквіями для великих гірничопромислових районів. Прикладами можуть бути образ святої Анни Метерції, який упродовж століть вшановували на рудниках Словаччини, Угорщини й Румунії, а також гірничий олтар в Аннаберзі, широко знаний у німецьких землях.

У Росії особливу шану гірники складали святому Макарію Єгипетському. День освячення його храму в Санкт-Петербурзькому гірничому інституті (1 лютого 1805 р.) став святом гірничих інженерів, вихованців цього навчального закладу. Відроджена тут церква св. Макарія — духовний осередок життя сучасних студентів і викладачів. На Уралі гірники особливо побожно вшановували св. Катерину.

Справжній феномен шахтарської прихильності пов'язаний із культом святої Варвари, покровительки гірників. Особливе ставлення до цієї святої поширилось серед рудокопів Європи вже в XIII–XIV ст., про що свідчить будівництво шахтарського храму св. Варвари в Кутній Горі (1388 р.). Спорудження красеня-собору велося на внески кутногорських копалень і пожертвування численних гірників.

Є декілька причин, що споріднюють шахтарів та їх покровительку. Вона була й залишається однією з найбільш шанованих святих західного й східного обряду. Не випадково Рафаель у своїй картині «Сікстинська Мадонна», одному з найвідоміших творів італійського Ренесансу, зобразив її як найближчу до Христа та Діви Марії. До образу св. Варвари зверталися у своїй творчості найвидатніші митці минулого: Гольбейн, Дюрер, Рубенс, Веронезе, Ван Ейк, Васнецов та ін. Героїчна стійкість і мученицький чин вірності християнській вірі зробили дівчину з Нікомедії III–IV ст. (зараз м. Ізмір, Туреччина) близькою гірникам середньовіччя. Значну роль для зв'язку з гірниками мав епізод її втечі від переслідувачів і переховування у горі (у печері чи покинутому руднику). Важливим фактором у виборі небесної покровительки була місія св. Варвари як заступниці від раптової смерті, що було особливо важливо в небезпечних умовах праці шахтарів. В іконографії

св. Варвару зазвичай зображують на тлі башти (символ ув'язнення), з чашею (символ віри), з мечем або пальмовою гілкою (символ мучеництва), з короною на голові (символ перемоги й влади).

Відомо, що прах св. Варвари в часи царювання Юстиніана Великого (VI ст.) перенесли в Константинополь, а за імператора Лева Мудрого (на початку X ст.) було зведено перший храм її імені. Царівна Варвара, дочка візантійського імператора Олексія Комніна, яка вийшла заміж за київського князя Святополка (в хрещенні Михайла), перевезла останки св. Варвари до Києва як «духовний посаг». Це мало зміцнити християнство на Русі. Протягом майже восьми століть реліквія зберігалася в Михайлівському Золотоверхому монастирі. Після злочинного руйнування храму (1936 р.) прах св. Варвари був перенесений до Володимирського собору Києва, де він покоїться й нині [90]. Гірники з багатьох країн світу намагаються хоча б раз у житті побувати в цьому храмі й вшанувати свою небесну покровительку. У стінах сучасних університетів, де вивчають гірничу справу, зазвичай присутні живописні й скульптурні образи св. Варвари, які передають духовний зв'язок між поколіннями гірників. За давньою традицією, день пам'яті св. Варвари, що припадає на 4 (17) грудня, широко святкують як головне шахтарське свято («Барбурка»). Загалом старих гірників сприймають як «ідеалістичну гвардію»(М. Стецкель), людей традиції, глибокого релігійного почуття й християнського світогляду. Не випадково основоположник гірничої науки Георгіус Агрікола, даючи настанови гірникам, насамперед щиро зазначав: «Передусім вони мають свято шанувати Бога» («De Re Metallica», Книга друга).

Одночасно з християнськими традиціями серед частини гірників зберігалися окремі язичницькі забобони, зокрема віра в духів землі та гір, що відобразилося в народному фольклорі, казках, літературних творах. Традиція ототожнювати духів підземелля з

[90] Частини реліквії ще в Середньовіччі потрапили до кількох храмів Італії.

лихою, згубною силою, що простежується ще в античній міфології, була притаманна широким верствам населення. Підземне царство Плутона, за їх уявленнями, було сповнене душ мерців:

Була це душ копальня дивовижна, –
У ній, як жили тихих срібних руд,
Тяглись вони крізь тьму...

(Р. Рільке)

Не випадково серед міфічних персонажів драми-феєрії Лесі Українки «Лісова пісня» дух зла втілює «той, що в скелі сидить». Хазяйка Мідної гори в «Уральських бувальщинах»П. Бажова могла перевтілюватися в ящірку й вказувати багаті рудні поклади, а часом могла й занапастити якогось пожадливого шукача підземних скарбів. Цікаво, що образ саламандри (ящірки) у віруваннях гірників Центральної Європи мав ті ж самі особливості, що й на Уралі. Вважається, що саламандри багаторазово вказували гірникам місця, де треба закладати шахту (ці копальні нібито виявлялися напрочуд багатими). У деяких країнах (зокрема в Словаччині, Угорщині) середньовічні гірники мали навіть свято на честь Саламандри — помічниці гірників. У театралізованій формі його святкують у деяких гірничих регіонах і тепер.

Серед гірничої спільноти широко знані міфи про підземних карликів — гномів [91] (у німців їх називали «цверги», у англійців — «дворфи», у поляків — «краснолюдки»). Вважалося, що в надрах землі гноми зберігають приховані скарби — метали й самоцвіти. Їх визнавали майстерними гірниками, металургами й ковалями, які в своїх підземних володіннях виковували чудодійні персні, зброю й інші магічні предмети. Гноми переховувалися гли-

[91] Назва походить від грецького «гносис» — знання. Етимологи приписують запровадження цієї назви швейцарському алхімікові Парацельсу, у чиїх працях вона з'явилася вперше. За Парацельсом, гноми володіють достеменним знанням про місце багатих родовищ руд і можуть відкрити їх людині.

боко під землею, де збудували собі міста й палаци. Людей не любили за їхню пожадливість до підземних багатств і часом лякали їх у підземних виробках. Серед імен гномів німецькі гірники виділяли Нікеля та Кобальта, від яких пішли назви пізніше відкритих металів. Системний опис містичних мешканців рудників дав Г. Агрікола в книзі «Про підземних істот» (1548 р.).

У давньогерманському героїчному епосі «Пісня про нібелунгів»(уперше записаному близько 1200 р.) підземні охоронці скарбів названі «нібелунгами». Легендарний рицар Зігфрид заволодів цим скарбом, і карлики почали служити йому. Надалі епос переносить назву «нібелунги» на всіх володарів скарбу, на різні германські племена, пов'язуючи їх із карликами-гірниками. Гноми фігурують у народних казках більшості європейських країн, сюжети яких часто перетинаються з гірничою чи ковальською діяльністю. Не виключено, що корені цих казок і міфів пов'язані з появою в Центральній Європі ще за бронзової доби численних гірників з Південного Кавказу та Близького Сходу, які були значно нижчі на зріст, ніж місцеві мешканці, й володіли магічним мистецтвом перетворювати руди на метал.

Примітно, що ці вірування дійшли до нових часів і не оминули й шахтарів Донецького басейну. Гірський дух отримав тут ім'я Шубін і постав в уяві гірників сивим старим карликом [92]. За повір'ям, записаним письменником Б. Горбатовим, Шубін вештається в гірничих виробках і лякає шахтарів: «Кому зустрінеться — тому, отже, скоро амба: завалить». Існує й більш оптимістична версія оповіді, за якою Шубін може бути й добрим, допомагаючи гірникам і захищаючи їх від небезпеки. Саме цього «доброго Шубіна» наш сучасник бачить на етикетці популярного пива заводу «Сармат»,

[92] Походження цих фольклорних оповідей пов'язують із Грушевським рудником (нині м. Шахти Ростовської області), оскільки в найдавніших записах про Шубіна фігурують саме грушевські вугільні шахти. Легенди про Шубіна були широко відомі на шахтах Кадіївки (тепер м. Стаханов), Горлівки, Макіївки.

що свідчить про загальну відомість цього «персонажу», принаймні у шахтарських регіонах.

Підземний світ гірничих виробок і розробка копалин сприймалися необізнаними людьми містично, причому часто упереджено мислилися ними як зіткнення з потойбічними силами зла. Ці спостереження стисло висловив письменник Д. Мережковський: «Усі рудокопи — народ найзабобонніший, тому що дияволу належать скарби підземних надр, у тому числі й руда». Подібне марновірство простолюду існувало протягом усього Середньовіччя й поширювалось не тільки на гірника, а й на металурга та коваля, причому його відлуння дійшло й до наших часів у фольклорі й повір'ях багатьох народів. Цим поглядам сприяли ізольованість гірничих спільнот, приховування гірниками й металургами своїх професійних секретів, вірування та сакральні уявлення самих шахтарів. Г. Агрікола, відповідаючи дотепним критикам гірничих вірувань, зазначав: «Смійтеся скільки завгодно, ваші розсудливі доводи не знищать наших гірських духів, яких ми знаємо за досвідом».

Алхімічні та наукові уявлення про гірництво та металургію. Перші фундаментальні праці

Не тільки «темні люди», але й дехто з учених Середньовіччя вважав, що розробка руд і витоплення металів — злий (помилковий) шлях розвитку людства. «Вони намагаються довести.., що земля не приховує й не віддаляє від поглядів те, що корисне, й тим більш те, що необхідне для роду людського... Навпаки, копалини вона таїть глибоко у своїх надрах, отже, вони й не повинні з неї насильницьки вилучатися. Їх вибирають із землі злочинні люди, яких породив, як кажуть поети, нинішній залізний вік... Людське єство складається з душі й тіла, але ні те, ні те не потребує викопних речей». Більшість учених були опонентами подібних поглядів, убачаючи в рудах Господній дарунок людству: «Той, хто виключає викопні речовини з сонму благ, ганьбить і ображає Творця» (за Г. Агріколою). І все ж суспільне ставлення до добувачів і

дослідників руд мало дещо упереджений характер. Цьому сприяло й те, що найбільше зацікавлення рудами, металами та їх перетвореннями зосередилось у заборонених церквою колах алхіміків.

Ідея трансмутації металів у золото й срібло народилася ще в Давньому Єгипті. Із сакрального осмислення єгипетськими жерцями досвіду рудознавців, вивчення властивостей і перетворень мінералів народилася перша природнича наука — «наука про метали». Подібно до чорного кольору нільських повеней, які давали життя всьому живому, та чорного кольору земних глибин, що народжували загадкові руди, ця наука дістала назву «хемія» (з давньоєгипетської мови — «чорний», що одночасно було й самоназвою Єгипту). У дельті Нілу, в культовому місті Оні (Геліополі) при храмі бога Пта було відкрито прообраз першого університету, в якому в системі теософічних уявлень викладали знання про руди, мінерали та їх хімічні перетворення. Археологи виявили поруч із деякими храмами хімічні лабораторії.

Міфічному Гермесу Трисмегісту, якого ототожнюють із єгипетським богом-чародієм Тотом, легенда приписує створення філософського каменя, певного еліксиру (реактиву), який відкривав можливості «ушляхетнення»металів, трансформації їх у золото або срібло [93]. Разом з основною ідеєю алхімічної зміни речовин дістали розвиток і інші символічні ряди, пов'язані із внутрішнім перевтіленням (удосконаленням) самого алхіміка. Значний розвиток дістала алхімія у працях арабських учених, які успадкували знання захопленого арабами Єгипту. Сама назва «альхемія»(у сучасній вимові «алхімія») повторює назву єгипетської науки з дода-

[93] Варта подиву віра давніх алхіміків у можливість трансформації металів і пошуки шляхів таких перетворень (особливо «герметичної ртуті» в золото). Мрія алхіміків була здійснена лише в 1947 році, коли способом ядерної реакції (нейтронне опромінювання ізотопів ртуті в атомному реакторі) було отримано штучне стійке золото. Як унікальний експонат воно (в мізерній кількості) зберігається в Чиказькому музеї науки й техніки. Ціна такого металу виявилася на кілька порядків вищою, ніж золота, видобутого зі звичайних руд.

ванням поширеної в арабській мові префіксоїди «аль». Ця назва вперше з'явилася в принца Халіда ібн Язида (VII ст.), листування якого зі славетним александрійським монахом Маріаносом вважається першим арабським алхімічним текстом. У Європі алхімія почала поширюватися в XII ст., коли численні твори арабських учених були перекладені латиною.

У часи пізнього Середньовіччя багаті європейські родовища благородних металів значною мірою були вичерпані, й видобуток руд суттєво скоротився, що потребувало альтернативних пошуків золота й срібла. Незважаючи на численні ризики, спричинені церковною забороною й діяльністю інквізиції, аристократія Європи таємно підтримувала спроби магічного перетворення металів на золото. Максимальний вплив ці настрої мали за часів імператора Священної Римської імперії Рудольфа II (1552–1612), який був відомим покровителем окультних наук і виробів золотарства. Столиця імперії, перенесена в Прагу, стала Меккою алхіміків і астрологів з усього світу. Легенди про нібито успішні перетворення «герметичної ртуті» на золото, здійснені тим чи тим алхіміком (здебільшого майстерно проведені обманні трюки) миттєво поширювались і розпалювали інтерес до алхімії. Так, виявлені у скарбниці Рудольфа II незвичайні золоті зливки вагою в сотні кілограмів поголос юрби пов'язував не з чеськими золотими рудниками, а з алхімічними перетвореннями.

Незважаючи на магічну сутність алхімічного вчення, воно прислужилося для проведення величезної кількості дослідів, пов'язаних із пробірним аналізом, подрібненням і діленням порід, їх екстракцією, пропіканням, плавленням, купеляцією, амальгамацією різних руд і металів. Крім того, було розроблено основи аналізу продуктів переробки руд і металів, виявлено емпіричні ознаки наявності всіляких компонентів тощо. Головним результатом алхімічного періоду розвитку було накопичення значного запасу знань про речовини й становлення емпіричного (дослідного) підходу до вивчення їх властивостей. Усе це дозволило пізнати важливі кількісні співвідношення, необхідні для ефективного збагачення

й металургійної переробки мінеральної сировини. Було розроблено методи виявлення вмісту металу в руді (пробірний аналіз), проведено дослідження їх властивостей і способів отримання, віднайдено параметри сплавів і домішок, які змінюють якість металів, отримано перші компоненти вибухових сумішей. Взаємодія гірників, металургів і алхіміків Середньовіччя простежується в багатьох текстах та ілюстраціях давніх рукописів і друкованих книг, випливає з багатьох технологічних досягнень тієї доби.

Одночасно з алхімічними дослідженнями розвивався більш утилітарний науково-практичний підхід, який систематизував досвід гірництва та металургії для успішного впровадження у промисли та гірничу освіту. Протягом багатьох століть роль першої скрипки в оркестрі старого гірництва мали практичні знання та вміння, які гірники накопичували під час освоєння надр. Гірничий досвід, що збирався рудознавцями й промисловими артілями, акумулювався у вузьких професійних колах, часом передавався в спадщину від батьків дітям. Певний час первісне накопичення професійних знань відбувалось у християнських монастирях (зокрема в абатствах цистерціанців). Значні можливості поширення й розвитку знань відкрила друкована книга, а згодом — гірничі навчальні заклади.

Перші системні праці з наук про землю, що з'явилися в античному світі («Про камені» Теофраста, «Природнича історія» Плінія, «Географія» Страбона), а також праці середньовічних учених Сходу («Мінералогія» Аль Біруні та ін.) були відомі лише обмеженому колу європейських учених, причому їх вивчення зосереджувалось здебільшого в християнських монастирях. Тривалий час єдиним доволі розповсюдженим рукописом, що описував гірничо-металургійну справу, був латинський манускрипт «Schedulum devirsae artiae» («Мистецтво витоплення металів»), написаний близько 1000 року монахом Теофілом (Теофілусом Монком). У ньому подано поради, як силами монастирів виплавляти різні метали й сплави та «скеровувати це мистецтво на славу церкви».

Перші систематичні публікації у вигляді самостійних творів гірничої тематики з'являються в останній чверті XV ст. у Німеччині (найбільш показовими є твори А. Магнуса). На межі XV й XVI ст. бургомістр міста Фрайберга У. Кальво створив «Докладну й корисну книжку про те, як шукати й знаходити руди, про різноманітні метали, з відповідним зображенням гір, з додатком їх назв, корисну рудокопам-початківцям». Книга слугувала для гірників своєрідним посібником-самовчителем і мала скорочену назву «Гірнича книжечка» («Bergbuchlein»). На початку XVI ст. У. Кальво заснував у Фрайберзі так звану Гуманітарну школу, де серед іншого викладали основи гірничого мистецтва.

Цікаві винаходи й технічні ідеї, дотичні до розробки корисних копалин, залишив у своїх рукописах Леонардо да Вінчі (перша конструкція екскаватора-драглайна, копальне колесо, бурильне обладнання, випробування рамних конструкцій тощо). Він значно розширив геологічні уявлення свого часу, розробивши гіпотезу утворення уламкових гірських порід як результат руйнівної, транспортувальної, сортувальної та осаджувальної дії водних потоків.

У XVI ст. розвиток і систематизація гірничо-металургійних знань були пов'язані насамперед із працями трьох видатних учених — Георгіуса Агріколи (1494–1555), Ванноччо Бірінгуччо (1480–1539) та Себастьяна Мюнстера (1489–1552), які залишили після себе фундаментальні праці енциклопедичного характеру.

Видатний німецький учений, один із засновників гірничої науки Георгіус Агрікола (Георг Бауер) здобув освіту в університетах Лейпцига, Падуї та Болоньї, де йому були присуджені наукові ступені доктора філософії та доктора медицини. Захоплювався творами античних і арабських учених (його книги рясніють посиланнями та цитатами із рукописів цих авторів). Зацікавленість гірництвом виникла під час роботи в італійських університетах і була пов'язана з використанням мінералів як складників лікувальних засобів. У 1526 році (у 32 роки) Агрікола повернувся в Саксонію, але оселився в чеському місті Санкт-Йоахімшталь (нині Яхимов), центрі гірничо-металургійного промислу Рудних гір. Саме

тут учений розпочав системні дослідження мінералів, гірничих технологій і металургійного мистецтва. Помітно сприяв йому в цьому батько дружини, власник кількох поліметалічних рудників. З 1533 року Агрікола жив у Хемніці, двічі його обирали бургомістром міста, він обіймав також посаду придворного історика саксонського герцога Моріца.

У 1530 році вийшла його перша книга «Берманус, або Діалог про гірничу справу та металургію», де у формі платонівської школи було виписано цікавий діалог між знавцем гірничорудної справи Берманусом та його друзями — медиками Невієм і Анконом. Протягом наступних двох десятиліть вийшло більше десяти книг Агріколи з царини геології, гірництва, витоплення металів, філософсько-культурного осмислення феномену гірничої справи та металургії. Праця «Про природу корисних копалин» стала базисною для подальшого наукового розвитку мінералогії. Виходячи ще з ранніх творів Агріколи, нідерландський учений-гуманіст, письменник і богослов Еразм Ротердамський передбачав: «У найближчому майбутньому він буде на першому місці серед великих учених».

У 1533 році Агрікола розпочав роботу над фундаментальною енциклопедичною працею «De Re Metallica» («Про гірництво та металургію» [94]), яка була завершена в 1550 році й за шість років вийшла друком у швейцарському Базелі у славетному видавництві

[94] Повна титульна назва: «Георгіуса Агріколи, лікаря з Хемніца й відомого філософа, про гірництво та металургію дванадцять книг, у яких обов'язки, інструменти, машини й загалом усе, що має відношення до гірничої справи, не тільки найбільш достовірним чином описується, але й наочно демонструється за допомогою розміщених у відповідних місцях зображень, з додатком їх латинських і німецьких назв, що не могли бути передані з більшою виразністю». У німецьких виданнях ця назва перекладалася стисло: «Про гірниче підприємство», у російському перекладі — «О горном деле и металлургии», у більшості інших видань (у тому числі в неповному українському перекладі, здійсненому у Львові на початку XX ст.) на титулі зберігалася

Фробона (вже після смерті автора). Текстовий матеріал був ілюстрований 275 чудовими гравюрами, для виготовлення яких Агрікола залучив найкращих художників свого часу.

Праця Агріколи складається з 12 книг (глав). Перша — це міркування про роль металів в історії людства, загострене зіткнення позицій ганьбителів і прихильників гірництва. Друга — характеристика умов, які впливають на успішну розробку родовищ, а також розвідка й пошукові ознаки багатих руд. Третя — геологічні знання, опис рудних покладів і властивостей гірських масивів. Четверта — землемірні й геодезичні дані, крім того — гірничі посади й звання та відповідні обов'язки. П'ята — засади підземної розробки руд, кріплення виробок, маркшейдерське мистецтво. Шоста — опис знарядь праці, машин і механізмів для руйнування порід, транспорту й підйому руди, водовідливу та вентиляції. Сьома — пробірний аналіз руд. Восьма — способи й механізми для збагачення руд. Дев'ята — способи витоплення металів, металургійні печі та обладнання. Десята й одинадцята — очищення благородних металів від домішок та інших металів. Дванадцята — алхімічні уявлення про солі, бітуми, скло та інші «затужавілі соки» землі, а також технології їх вироблення.

Важко переоцінити значення цієї праці для розвитку гірничих промислів і гірничої науки. У 1557 році вийшло німецькомовне видання, а пізніше «De Re Metallica» була перекладена мовами багатьох провідних країн Європи. Протягом майже двох століть ця книга залишалася найкращим практичним посібником для гірників Європи та Іспанської Америки (її справедливо вважають першим технічним підручником). Вона дістала визнання видатних науковців. Основоположник емпіризму, англійський філософ Френсіс Бекон, посилаючись на працю Агріколи, підкреслював практико-технічну користь науки, обґрунтовував перспективи використання природи людиною. «De Re Metallica» була серед

оригінальна латинська назва «De Re Metallica», що однією лексемою передавала два поняття — гірництво та металургію.

найбільш шанованих книг в особистій бібліотеці Ісака Ньютона. За цією книгою навчався Михайло Ломоносов, який називав Агріколу «в рудних справах найумілішим». Великий Гете писав про Агріколу: «Він розгадував таємниці гір, володів гірничим мистецтвом, відкривав важливі корисні копалини, вивчав, обробляв і очищав їх, роблячи корисними для людських потреб. Дотепер ми захоплюємось його творами, де сконцентровані усі старі й нові знання з гірництва та металургії. Ці твори залишені нам як чудовий дарунок».

Сучасник Агріколи, відомий італійський алхімік і металург Ванноччо Бірінгуччо тривалий час вивчав і систематизував гірничо-металургійний досвід країн Священної Римської імперії. Він уславився як майстер-ливарник, що виготовляв для Флорентійської республіки неперевершені гарматні стволи (мабуть, найбільші для свого часу). Головним науковим твором Бірінгуччо була десятитомна технічна енциклопедія «Pyrotechnia» («Піротехнія»). Назва праці перекладається як «вогняне ремесло», тобто опис промислів, пов'язаних із використанням вогню. У перших частинах енциклопедії наведено тогочасні геологічні уявлення, описи родовищ, способи видобутку й збагачення деяких рудних мінералів. Важливе значення мали практичні відомості про хімічні, гірничі й металургійні технології, описи плавильних печей, повітродувних міхів тощо. У дев'ятій книзі були розкриті основні алхімічні ідеї, але сам автор, розглядаючи технологічні процеси, однозначно віддавав перевагу дослідним даним, а не алхімічним теоріям.

«Піротехнія», яка вийшла італійською розмовною мовою 1540 року, стала першою в Європі енциклопедією технічних наук і набула великої популярності (значною мірою завдяки французькому перекладу, здійсненому в 1558 році). Відомо, що енциклопедія Бірінгуччо була подарована Георгіусу Агріколі венеціанським патрицієм Бадаеро. Зберігся відгук засновника гірничо-металургійної науки на «Піротехнію». Високо оцінюючи обізнаність автора та красномовство викладу, Агрікола зокрема відзначав, що його книги й праця Бірінгуччо за змістом немовби

доповнюють одна одну, оскільки багато технологічних питань «Піротехнія» порушує лише частково.

У 1544 році вийшла друком ґрунтовна праця видатного німецького вченого, францисканського монаха Себастьяна Мюнстера «Cosmographia» («Космографія»). Серед різноманітних історико-географічних даних книга містила багато гірничої інформації. Розглядалися питання видобутку й збагачення корисних копалин, наводилися конструкції підйомних, водовідливних, вентиляційних і збагачувальних машин, рушієм яких слугував водний потік. Мюнстер, не маючи професійних знань у гірничій галузі, спирався на праці античних авторів і своїх сучасників (значною мірою на праці Г. Агріколи), про що шляхетно повідомив читачів. Свідченням великого успіху «Космографії» було 24 перевидання цієї праці впродовж одного століття як мовою оригіналу (німецькою), так і в перекладах латиною, чеською, французькою, італійською та англійською мовами. Серед ілюстраторів книги були такі видатні майстри, як Ганс Гольбейн, Урс Граф, Давид Кандел та ін.

Серед важливих для гірників видань слід також назвати «Швацьку гірничу книгу» («Schwazer bergbuch»), видану в 1556 році. Вона втілила в собі багаторічний досвід розробки багатих срібних родовищ Шваца (Тіроль, Австрія) і набула значної популярності серед гірників Священної Римської імперії. Найбільш фундаментальною гірничою книгою XVII ст. вважають «Доповідь про гірниче підприємство» («Bericht vom Bergwerk») німецького інженера Г. Льохнейса (1617 р.), що, як і праця Г. Агріколи, увібрала майже всі гірничі знання свого часу. Перша книга, повністю присвячена маркшейдерській справі, вийшла 1686 року в Німеччині. Це була праця І. Фойгтеля «Підземна геометрія або маркшейдерське мистецтво».

Таким чином, пізнє Середньовіччя стало періодом накопичення гірничих, металургійних і хімічних знань, які були збережені у книгах талановитих учених доби Ренесансу й прислужилися не тільки практичному використанню, але й становленню технічної науки та освіти. Потреба в гірничих спеціалістах відповідала

значному збільшенню попиту на корисні копалини й була пов'язана з пожвавленням економічних, торговельних і суспільних відносин удобу пізнього Середньовіччя, що стимулювало подальший розвиток гірничої освіти та науки.

5. ЕПОХА ВЕЛИКИХ ГЕОГРАФІЧНИХ ВІДКРИТТІВ

У розділі: *вплив корисних копалин на пошуки «нових земель»; основні завдання колонізації; португальські устремління до золота Африки й коштовного каміння Індії; опанування родовищ золота й срібла Іспанської Америки; смарагди Колумбії й алмази Бразилії; організаційні й технологічні засади видобутку корисних копалин на нових землях; значення епохи Великих географічних відкриттів для світового перерозподілу видобутку мінеральних ресурсів; роль золота й срібла Нового Світу у формуванні міжнародної торгівлі, накопиченні фінансового капіталу й соціально-економічних зрушеннях у Європі.*

5.1. Перші успіхи

Золото — ось чого насамперед жадав білий,
як тільки він ступав на щойно відкритий берег.

Ф. Енгельс

Унаслідок сталого розвитку виробництва й товарно-грошових відносин у пізньому Середньовіччі виникла потреба у значному збільшенні засобів обміну, яка мала прояв у нестримному прагненні до грошових металів. Торгівля з країнами Сходу, що велася через арабський світ, також вимагала золота й срібла, а розкішне життя й накопичення ювелірних коштовностей вищими верствами європейського суспільства додатково посилювали загальну спрагу до золота. В умовах, коли відомі родовища Європи були значною мірою вичерпані на доступних глибинах, пошук багатих зложищ пов'язували з новими віддаленими землями, де багатства надр мали б бути майже на поверхні, й узяти їх, як вважалося, можна без великих зусиль. Ці погляди підсилювали свідчення окремих мандрівників про казкові багатства країн Сходу, оповіді яких поширились із винаходом книгодрукарства. Розвиток епохи Великих географічних відкриттів (XV–XVII ст.) тримався на двох основних засадах — торгових вигодах і пошуку благородних металів, що стало важливим фактором політичного й економічного розвитку, причиною масової міграції переселенців на нові землі.

Війни португальців з арабами в Північній Африці дозволили достеменно встановити, що десь на південь від Сахари існують землі з багатими покладами золота, яке караванними шляхами

потрапляє в арабський світ. Відкрити ці землі за допомогою морського флоту поставив за мету видатний організатор і натхненник морських експедицій, португальський принц Генріх Мореплавець (XV ст.). Протягом десятиліть він невпинно споряджав кораблі, які просувались у південному напрямку вздовж західного узбережжя Африки, а з часом повернули на схід із надією досягти Індії. І хоча замість Індійського океану була відкрита лише Гвінейська затока, природні багатства нових земель почали окупати витрати експедицій.

Значним успіхом португальців була колонізація африканського Золотого Берега (сучасна Гана), який був захоплений у 1482 році. Місцеві жителі (ашанті), що мешкали у межиріччі Вольти й Тано, добували розсипне золото з пісків у долинах річок і виготовляли з нього справжні шедеври ювелірного мистецтва (вони чудово володіли технікою литва, філіграні, карбування). Прибульців цікавило золото у зливках, і сотні пам'яток культури ашанті були переплавлені. Типовою рисою «добування» золота колонізаторами був безсоромний грабунок тубільців, після чого починалися пошуки й освоєння родовищ, причому як робочу силу для ведення гірничих робіт використовували підневільне місцеве населення. Протягом першого століття португальського владарювання тут було отримано близько 150 т золота, що становило майже 10 % світового видобутку тих часів. Пізніше в країні Ашанті розпочали видобуток рудного золота, який здійснювали за допомогою численних стовбурів глибиною до 25 м. Поверхня землі, зрита такими шахтами, нагадувала бджолині щільники.

Завдання обійти з півдня Африканський континент і відшукати шлях до Індії король Португалії Жуан II поставив перед славетним мореходцем Бартоломеу Діашем. Його експедиція вийшла з Лісабона в серпні 1487 року й обігнула Південну Африку, уперше ввійшовши в Індійський океан. Хоча екіпаж суден під загрозою бунту змусив Діаша повернути на батьківщину, експедиція довела можливість виходу в Індійський океан (на давніх картах Птолемея, якими користувалися в XV ст., Африка

простягалась до Південного полюса, що виключало таку можливість). Тому відкритий Діашем мис Бур (найпівденніша точка Африки) був перейменований королем Жуаном II на мис Доброї Надії, тобто надії досягти Індії.

8 липня 1497 року майже весь Лісабон проводжав у плавання до берегів Індії своїх відважних героїв — експедицію Васко да Гами. Її склали четверо спеціально збудованих найкращих суден, оснащених найліпшими навігаційними приладами свого часу, уточненими картами й новітньою інформацією про Західну Африку, Індію та Індійський океан. Ретельно відібрані 160 членів екіпажу — цвіт португальського мореплавства. 20 травня 1498 року цій експедиції судилося вперше досягти морським шляхом загадкової й жаданої Індії у районі порту Калікут (цьому значною мірою сприяло залучення до експедиції одного з найкращих арабських лоцманів і картографів Ахмеда ібн Маджида). Налагодити дружні торговельні відносини не вдалося, оскільки арабські купці, які контролювали місцеву морську торгівлю, поставилися до європейців украй вороже.

Друга експедиція Васко да Гами в Індію (1502–1503 рр.) мала відкрито мілітарний характер з програмою захоплення територій, розробленою королем Португалії Мануелем Щасливим (прозваним так співвітчизниками за відкриття Індії та монополізацію торгівлі з нею). З часом Васко да Гама дістав титул віце-короля Індії, а португальська колонізація поширилась на значну частину західного узбережжя. З 1510 року контрольоване португальцями місто Гоа стає головним центром вивезення необроблених алмазів, а Лісабон — найбільшим ринком алмазів та інших коштовних каменів у Європі. Пізніше португальські колонізатори опановують на деякий час значну частину розробок алмазів у районі Голконди. У XVII–XVIII ст. поруч із португальськими виникають голландські, французькі та англійські факторії, а після перемоги військ Британської Ост-Індської компанії над армією правителя Бенгалії в битві при Плессі (1757 р.) країна з найбагатшими родовищами самоцвітів поступово переходить під правління Англії.

Новітні географічні знання, що їх отримала наприкінці XV ст. Португалія, зберігалися в суворій таємниці й тривалий час залишалися невідомими для решти країн Європи. Більшість мореплавців вважали, що обігнути Африку майже неможливо. У зв'язку з цим виник задум досягти східних берегів Індії, прямуючи в західному напрямку (ідея італійського географа й астронома Паоло Тосканеллі, яка виходила з уявлення про кулясту форму Землі). Це завдання стало мрією й стрижнем життя досвідченого мореплавця й натхненного шукача золота Христофора Колумба. Він наполегливо пропонував свій проект Генуї, Португалії, Іспанії та Англії і врешті-решт зумів переконати іспанських монархів Фердинанда та Ізабеллу.

У період між 1492 і 1504 рр. Христофор Колумб здійснив чотири пошукові експедиції, у яких було відкрито Новий Світ [95], хоча сам мореплавець до кінця життя вважав, що потрапив на землі Східної Азії — Китаю або Індії. У 1493 році римський понтифік Олександр VI для запобігання суперечностям між Кастилією (Іспанією) та Португалією затвердив світовий розподіл нових територій, згідно з яким усі землі, які Кастилія відкрила чи відкриє західніше «папського меридіана», що пролягав на 370 миль західніше островів Зеленого Мису (у Західній півкулі), належатимуть

[95] Протягом тривалого часу ці землі вважалися Вест-Індією, тобто Індією, яку досягнуто плаванням на захід, на відміну від відкритої португальцями Ост-Індії, що виявлена під час плавання європейців у східному напрямку. Флорентійський мандрівник і купець Америго Веспуччі, який у складі іспанських і португальських експедицій відвідав Вест-Індію, припустив, що відкриті землі — це досі не знана частина світу («Новий Світ»). На карті авторитетного німецького картографа М. Вельдземюллера (видана 1507 р.) Новий Світ, відокремлений океанами від Євразії, був названий на честь Америго Веспуччі Америкою, що стало підставою для поширення й утвердження цієї географічної назви. Примітно, що за автохтонним населенням Америки залишилась назва «індіанці» навіть після того, як було з'ясовано, що Індія не має жодного стосунку до відкритих земель.

їй, а нові землі, що будуть відкриті східніше «папського меридіана» (здебільшого у Східній півкулі) — Португалії. Не применшуючи здобутків Португалії в Африці та Азії, слід зазначити, що саме незліченні багатства надр Америки (передусім її благородні метали), які з XVI ст. у величезній кількості надходили в Іспанію й розходились по всій Європі, значною мірою визначили етапні зміни економічно-фінансового та суспільного розвитку європейської спільноти.

5.2. Золото та срібло Іспанської Америки

Золото вбило більше душ, ніж залізо — тіл.
В. Скотт

Відкриття Нового світу й перших родовищ золота

3 серпня 1492 року Христофор Колумб вивів три кораблі із залогою в 90 моряків із гавані іспанського порту Палос-де-ла-Фронтера, перетнув Атлантичний океан і 12 жовтня висадився на берег острова, названого ним Сан-Сальвадор (з іспанської Святий Спаситель), де встановив прапор Кастилії. Це стало початком відкриття Багамських і Антильських островів, а пізніше (з 1502 р.) — материкової частини Америки (так званої «Твердої землі»).

Жага золота рухала командою шхун Колумба. «Боже, зроби так, щоб я відкрив багаті поклади золота», — записав Колумб у корабельному журналі 6 грудня 1492 року, на другий день після висадки на острові Еспаньйола [96]. Його знаменитий лист, відправлений з острова Сантьяго (Ямайка) іспанським монархам Фердинандові та Ізабеллі (друга експедиція), є справжнім гімном золоту. Між іншим повідомлялось, що загін, відряджений на пошук золота всередину Еспаньйоли (зараз о. Гаїті), знайшов багаті поклади розсипного золота серед пісків гірського району Кордильєра-Сентраль. Це перше відкриття золотого родовища в Новому Світі сталося в січні 1494 року. Колумб повідомляв також, що перше поселення на Еспаньйолі він заклав «у найкращому для видобутку золота місці». Слід розуміти, що колумбова «жага золота» не була пов'язана з банальним особистим збагаченням, а передбачала ідею служіння великій меті створення всесвітньої християнської

[96] Оригінал корабельного журналу Колумба не зберігся, але священик Бартоломео де Лас Касас зробив часткову копію документа, завдяки якій стали відомі деталі описаних експедицій.

держави, для якої й були потрібні скарби Нового світу (цікаві роздуми про мотивацію підкорювачів Америки залишив академік В. Вернадський).

Відкриття нових земель стало початком масштабного підкорення (так званої «конкісти») та феодальної колонізації Америки іспанськими завойовниками та поселенцями. Майже безперервні війни за визволення півдня Іспанії та Північної Африки від мусульман, що точилися протягом кількох століть, сформували славетне військове середовище конкістадорів, яке, поповнившись дрібною іспанською шляхтою та численними авантюристами різних станів, зуміло у стислі строки перемогти давні американські цивілізації ацтеків, майя, інків та ін. і заволодіти величезними скарбами, накопиченими тут упродовж багатьох віків. Вибір напрямків військової експансії був спричинений свідченнями про наявність золота на землях тих чи інших племен.

Слід зазначити, що видобуток золота й срібла в доколумбовій Америці розпочався принаймні з II ст. після Різдва, причому автохтонні цивілізації видобували його в умовах досить гармонійних суспільних відносин (без експлуатуючого рабства). Основні центри видобутку зосереджувались на території сучасної Мексики, Центральної Америки, Колумбії та Перу. Використовували найпростіші гірничі знаряддя праці з каменю та високоякісної бронзи (виробництво заліза індіанцям не було відоме). Для руйнування міцних порід застосовували вогневий спосіб видобутку. Значну частину золота діставали із розсипів.

Перші розробки золота європейці розпочали в Новому Світі на Антильських островах, причому корінні жителі самі вказували місця золотих покладів, не маючи й гадки про свою подальшу долю підневільних гірників. З 1494 по 1520 рік тут було видобуто близько 22 т золота (більша частина на Еспаньйолі — родовища Кордильєра-Сентраль і Сібао). Ціною цього металу стало майже повне винищення аборигенного населення. Іспанські хроніки XVI ст. свідчать, що понад 80 % рабів-індіанців гинули вже протягом першого року роботи в копальнях. Крім того, масове

залучення чоловічого населення на гірничі роботи значною мірою підірвало традиційний економічний устрій островів (садівництво, мисливство, рибальство), що призвело до голоду й поширення хвороб. Гірнича трудова повинність із часом поширилася й на корінне населення материка, яке, на відміну від архаїчних мешканців островів, мало досить розвинений цивілізаційний рівень.

Проти нелюдських злочинів щодо індіанців виступили християнські священики, серед яких вирізнявся безкомпромісною позицією Бартоломео де Лас Касас. Особисто зустрівшись із королем Іспанії, він не побоявся провістити, що жахливі злочини конкістадорів проти індіанців приведуть «до Божого покарання й краху самої Іспанії». Завдяки зусиллям церкви з 1512 року видавалися королівські закони, спрямовані на припинення свавілля колонізаторів щодо індіанців та введення системи бюрократичного контролю над масштабами їх експлуатації. Ці закони призвели до неочікуваних результатів колонізації континенту. Постійна нестача робочої сили для освоєння родовищ, «невідповідний» для рабської праці в рудниках характер індіанців і захист їх королівськими законами спричинили ввезення численних невільників із Африки. Таким чином, освоєння надр Америки стало першопричиною найбільш масового в історії людства примусового переселення народів. При цьому жорстока експлуатація індіанців, усупереч королівським законам, зберігалася на більшості територій, хоча в дещо обмеженій або прихованій формі.

Перша колонія іспанців на материковій частині, що мала промовисту назву Золота Кастилія, виникла на Карибському узбережжі сучасної Колумбії на початку XVI ст. Сутички з войовничим корінним населенням постійно загрожували її існуванню, й конкістадор Васко Нуньєс де Бальбоа з частиною колоністів перебрався у більш спокійні райони Південно-Східної Панами, де заснував перше європейське місто в Америці — Санта-Марія де ла Антігва. Головною діяльністю його мешканців був обмін дешевих побутових речей і прикрас на благородні метали індіанців, яких вони мали безліч. За словами хроніста Хереса, один із касиків

(шляхетних індіанців), спостерігаючи неосяжний для свого розуміння потяг білих людей до жовтого металу, пообіцяв показати іспанцям південну країну, де величезна кількість золота задовольнить будь-яку його потребу. Бальбоа звернувся до короля Фердинанда з проханням прислати загін із тисячі конкістадорів для завоювання «золотої країни», але, не дочекавшись підкріплення (Іспанія спорядила вдвічі більше вояків, але призначила командувати ними не Бальбоа, а наближеного до короля Педро Аріаса де Авіла), 1 вересня 1513 року вирушив із залогоюіз 190 воїнів і 600 індіанців на пошуки золота.

Загін перетнув гірські масиви Панамського перешийка й дістався берегів Великого Південного моря (чим відкрив для європейців Тихий Океан). Нові землі, які Бальбоа назвав Перу (дослівно «лечу»; йдеться про почуття, що охопили його на вершині гірського хребта), були оголошені володіннями іспанської корони. Оскільки, за свідченнями індіанців, до омріяної «золотої країни» залишалося багато тижнів важкого шляху суходолом, Бальбоа вирішив повернутися у свою факторію й використати в майбутніх експедиціях морський шлях уздовж відкритого Тихоокеанського узбережжя Твердої землі. Та доля розпорядилася інакше, й відкриття країни інків затрималось на два десятиліття.

Завоювання й гірнича колонізація імперії ацтеків

Тим часом інший конкістадор Ернан Кортес, призначений капітаном третьої (загарбницької) експедиції в Мексику, висадився на мексиканський берег (квітень 1519 р.), а відтак затопив кораблі своєї ескадри, унеможливлюючи таким чином їх відступ і утверджуючи для конкістадорів нову вітчизну, яку ще треба було вибороти у войовничих ацтеків. Уже перші дари, які імператор ацтеків Монтесума II відправив Кортесу через своїх послів, захопили іспанців перспективою оволодіння небаченими скарбами. Біограф Кортеса К. Дюверже писав з цього приводу: «Золото постало в усіх можливих варіантах: розкішні прикраси та ритуальні

предмети свідчили про високий художній талант мексиканських золотарів, а масивний сонячний диск із золота ще більше розпалював апетити іспанців. Тут були кулони, щипчики, намиста, сережки, зливки, самородки, золотий пісок, насипаний у порожнисті стрижні цінних пір'їн, — словом, усе, що могло розпалити уяву конкістадора».

Завоювання імперії ацтеків і створення на їх землях Нової Іспанії мало характер гострого військового протистояння, перемога в якому дісталася Кортесу значною мірою завдяки підтримці численних індіанських племен, які ворогували з ацтеками. Вилучені величезні багатства (особливо у столиці Теночтітлані, яка на момент захоплення була одним із найбільших і найбагатших міст на землі) передавалися іспанському королю. Загалом «добування» коштовних металів спочатку було розбійницьким пограбуванням самобутніх індіанських цивілізацій, повсюдним вилученням обрядового начиння, оздоблення палаців, храмів і гробниць, ювелірних виробів у населення. Але це не могло тривати вічно. З часом розпочиналась розвідка родовищ, причому основною «пошуковою ознакою» слугувала наявність золота й срібла у мешканців тих чи тих районів, а також показання місцевого населення. Видобуток здійснювали робочою силою індіанців або ж увезених африканців, причому дивує те, що загони з кількох сотень іспанців організовували гірничі роботи із залученням десятків тисяч невільників. Перші професійні гірники та спеціалісти-золотарі прибули на Еспаньйолу в 1504 році разом з Ернаном Кортесом, але більшість гірничих розробок тривалий час залишалися на рівні примітивного виробництва.

Уже в 1522 році, через рік після падіння імперії ацтеків, іспанці почали розробку багатих на срібло й золото поліметалічних родовищ Пахука та Реаль дель Монте поблизу Мехіко. Головна жила родовища Пахука була простежена більш ніж на 15 км і сягала товщини 4,8 м. Паралельні жили створювали систему, поєднану діагональними прожилками. Рудні поклади були витягнуті в довжину більш ніж на 900 м. Крім срібла, тут добували свинець і золото. Один із перших підземних рудників срібла був заснований

іспанцями 1525 року на території сучасного мексиканського штату Халіско (центральний захід країни). У 1543 році було відкрито надзвичайно багатий рудний район Гуанахуато, що лежить за 400 км на північний захід від Мехіко. Срібно-золотої гідротермальної мінералізації тут зазнали потужні гірські розломи Вета-Мадре завдовжки 24 км, Сьєрра — 13 км та Ла-Лус — 8 км. Рудні тіла представлені жилами у вигляді потужних плит, лінз і штокверків, що падають під кутом 40–65 °. Вета-Мадре (ісп. «материнська жила») вважається однією з найбільших срібних жил світу. У північно-західній частині вона навіть вважалася пластовою, сягаючи на руднику Валенсіана суцільної товщини близько 150 м. В інших місцях жили завтовшки 1,5–10 м також частково поєднувалися між собою за падінням і простяганням. Упродовж майже 400 років експлуатації рудників Гуанахуато тут було добуто 32 тис. т срібла й 130 т золота.

У 1591 році було відкрито потужне мексиканське родовище срібла Сан-Луїс (Центральна Мексика), багатий видобуток якого дозволив уже за кілька років заснувати у місті рудокопів один із перших університетів Америки. З 1600 року експлуатується багате гідротермальне родовище Ель-Оро (Північно-Західна Мексика), на якому було видобуто близько 170 т золота.

Формально родовища й копальні належали іспанській короні, але практично ними володіли першовідкривачі, сплачуючи в королівську скарбницю п'яту частину видобутку. Такий підхід значною мірою стимулював пошуки й експлуатацію нових родовищ. У перші роки після завоювання Мексики у грошовому обігу перебували шматочки срібла, які відповідали за вагою іспанським монетам. З іспанської «вага» — «песо». Ця назва закріпилася за грошовою одиницею Іспанії та Мексики, а пізніше і в інших іспанських колоніях. У 1536 році у Мехіко було розпочато карбування монет. Примітно, що в період між 1536 і 1888 роками на 11 монетних дворах Мексики було викарбувано близько 3 млрд срібних мексиканських песо, значна частина яких послужила монетним дворам Європи за матеріал для карбування власних монет.

Золото інків

Ще більші здобутки мали іспанські конкістадори на шляхах освоєння Південної Америки. У 1533 році конкістадор Франсиско Пісарро, продовжуючи справу Васко Нуньєса де Бальбоа, завоював Перу й підкорив столицю імперії інків Куско. Держава інків, яка виникла в XIV ст. і об'єднала давні цивілізації гірського поясу Анд, вражала величними архітектурними пам'ятками, культовими спорудами, брукованими дорогами, що простяглися на тисячі кілометрів, а також високим рівнем золотарства й багатством коштовних виробів.

Інки вклонялися Сонцю й збудували близько 300 храмів, оздоблених величезною кількістю дорогоцінних прикрас. Найславетніший храм Коріканча («золота обитель») розташованийу Куско. Наведемо фрагменти його описів (за відомим латвійським географом і письменником Артуром Ліелайсом): «У великому "золотому" залі храму, стіни якого були викладені золотими пластинами, можна побачити зображення трьох богів... Зображення бога Сонця — золотий диск із викарбуваним на ньому чоловічим обличчям в обрамленні променів — містилося на західній стіні... Місяць був зображений у вигляді великої овальної золотої пластини, на якій також було викарбувано людське обличчя. Там була й золота статуя людини на зріст як десятирічна дитина (бог Віракоча. — *Авт.*)... У головному залі в золотих кріслах сиділи мумії володарів-небіжчиків, там стояв також чудовий золотий трон, на якому під час релігійних церемоній сидів живий сапа інка. У храмі Сонця струмувало п'ять фонтанів. Золотими трубами вода надходила в кам'яні, золоті й срібні басейни, де мили жертовних тварин і плоди. Увесь численний посуд та інші предмети, що використовувались під час релігійних церемоній, виготовляли із золота і срібла... Біля храму ріс "золотий сад", присвячений богові Сонцю, де були відлиті чи викувані із золота дерева, кущі, квіти, а також лами, птахи, плазуни й статуї людей».

Усі ці чудові витвори мистецтва були згодом пограбовані й здебільшого знищені (переплавлені на зливки). Тільки в Куско іспанці взяли величезну здобич — близько 1,1 т золота й 15 т срібла.

Сумнозвісний викуп, отриманий конкістадорами за володаря інків Атауальпу (віроломно страченого завойовниками), становив 5,5 т золота й 11,8 т срібла. Про високий мистецький рівень цих прикрас свідчив великий німецький художник А. Дюрер, якому пощастило оглянути в палаці іспанських намісників Нідерландів багаті скарби, привезені з Америки. Серед іншого — золотий диск діаметром більше 2,1 м. «Я протягом усього свого життя, — писав Дюрер, — не бачив нічого, що б так потішило моє серце». Цей скарб згадує в поемі «Біміні» Генріх Гайне:

В храмі Кіто Лопес Вакка
Золоте поцупив сонце –
Більше тонни в нім було;
Він програв тієї ж ночі
Все то золото у кості,
І з тих пір пішло прислів'я:
«Це той Лопес, що процвиндрив
Сонце перед сходом сонця»...

Майже відразу після масштабного вилучення в індіанців благородних металів розпочалися пошуки місць, де ці метали видобувалися. Основні пошукові експедиції спрямовувалися на південь. У ґрунтовній «Хроніці Перу» Педро де Сьєса де Леона (1553 р.) зазначалося, що багаті копальні золота індіанців зосереджувалися в долині Чукіабо поблизу озера Тітікака. Протягом кількох десятиліть у глибоких ущелинах, утворених перуанськими річками, під іспанським наглядом були споруджені тисячі невеликих виробок (ніш і штолень), у яких видобували руди благородних металів.

На півночі тогочасного Перу (тепер це територія Колумбії) найбільший успіх у розвідках родовищ сприяв експедиції капітана Хорхе Робледо та командора Ернана Родрігеса де Соса, які в 1539 році у верхів'ях річки Каука Магдалена (190 км західніше Боготи) відкрили багате розсипне й жильне золото, освоєння якого поклало початок славнозвісним колумбійським рудникам Ансерма та Кімбайя.

Хронікер писав: «Конкістадори виявили великі ливарні для виплавляння золота, а також тиглі й деревне вугілля. Поблизу підошви цього гірського пасма розташовані великі золоті й срібні рудники». Далі Педро де Сьєса де Леон відзначив склад старательських груп з видобутку розсипного золота: «Усі місцеві річки багаті на золото. Я був у цім місті (Кімбайя. — *Авт.*) у минулому 1547 р.; за три місяці було видобуто золота на 15 000 песо; у кожній групі старателів було три або чотири негри та декілька індіанців».

Видатний український поет Юрій Клен, захоплений історією конкісти, писав у славнозвісних «Конкістадорах»:

Це вам, відважним хижакам,
Скорились мудрі перуанці.
Ще й досі буря трубить нам
Про вас, дзвінкої слави бранці...
О золото глибоких надр,
Що хвилями усе затопить!
О золото пекуче ватр,
Що захлинулась ним Європа!

У XVI ст. тільки в одному рудному районі Ансермабуло видобуто 116,5 т золота (близько 18 % світового видобутку). На початку XVII ст. було виявлено гігантське корінне родовище золота Тітірібі (розташоване за 62 км на південний захід від Медельїна), яке забезпечило світове лідерство Колумбії у золотовидобутку більш ніж на два століття. У період між 1600 і 1700 рр. на рудниках Колумбії видобуто 318 т золота (майже 40 % світового видобутку), а в XVIII ст. країна ще більше зміцнила своє лідерство. Загалом рудники Колумбії дали понад 50 % усього золота Іспанської Америки. Вичерпання колумбійських покладів і суттєве зменшення видобутку спостерігалися в першій половині XIX ст., коли золотовидобуток Колумбії поступився Бразилії (1824 року в бразильському штаті Мінас-Жерайс було відкрито одне з найбільших родовищ Південної Америки Морру-Велью, яке дало близько 350 т золота).

Невгамована жага золота й велика здобич, відібрана конкістадорами в індіанців, породили легенди про дивну золоту країну Ельдорадо, «де незліченні скарби такі ж буденні, як унас звичайний дикий камінь». Назва «Ельдорадо» перекладається як «золота людина»і реально пов'язана з церемонією племен чибча-муїсків (Південна Колумбія) на порозі «інавгурації» золотити вождя (обмазувати його тіло глиною й обсипати золотим піском). У високогірному районі колумбійських Анд (південніше Боготи) у кратері згаслого вулкана лежить озеро Гуатавіта, в якому індіанці проводили ритуал посвячення молодого вождя в правителі. Після того, як вождь змивав у водах озера золото зі свого тіла, індіанці кидали в воду свої золоті прикраси й церемоніальні предмети. Оповіді про жертвування богам золота, яке скидали з бальсових плотів у води священного озера, збуджували жадібність конкістадорів. Перший експедиційний корпус досяг Гуатавіти в 1536 році, причому із тисячної залоги до мети дійшли лише 170 конкістадорів. Пограбувавши місцевих індіанців, вони не змогли підняти основних скарбів із дна озера.

У 1580 році торговець із Боготи А. де Сепульверде привів до озера Гуатавіта близько 8 тис. індіанців для ведення масштабних гірничих робіт. Його проект передбачав спорудження величезного щілиноподібного кар'єру (каналу), який мав би врізатися в берег озера й забезпечувати спускання води, що дало б доступ до скарбів його дна. Проект було здійснено лише частково. Обвалення порід перешийка та прорив води призвели до загибелі сотень індіанців. Велетенський слід від гірничих робіт експедиції Сепульверде зберігався тривалий час. «Видобуток» із дна озера виявив значно меншу кількість золота, ніж очікувалося. Проте іспанському королю Філіпу II були доставлені із Гуатавіти нагрудні панцирі, посохи та ювелірні вироби з чистого золота й коштовного каміння [97].

[97] Загалом налічується вісім масштабних спроб осушити Гуатавіту й досягти скарбів її дна. Найближчими до успіху були роботи лондонської компанії «Контректорс лімітед», здійснені в 1912 році. З Англії

Більшість конкістадорів не обмежилася легендами про золоте озеро й продовжувала шукати «справжнє» Ельдорадо, жадане місто золота. У 1541 році пошукову експедицію провів сподвижник завойовника Перу Пісарро іспанець Франсиско де Орельяна. Він перетнув Південну Америку в найширшій її частині й серед іншого відкрив головну річку континенту, назвавши її Амазонкою. Завдяки Орельяні легенди про Ельдорадо набули широкого розголосу в Європі. Протягом майже 250 років європейці організовували численні пошукові експедиції в райони східних схилів Анд, у джунглі перуанської Амазонки, на гірські плато Колумбії та Гайани. Ельдорадо відшукати не вдалося, проте було зібрано багатий географічний і етнографічний матеріал, який прислужився науці. Численні письменники й поети оспівували магічну привабливість Ельдорадо, а дехто (наприклад, Вольтер у повісті «Кандид, або Оптимізм») навіть відтворював, даючи волю своїй уяві, звичаї та вдачу мешканців цієї країни. Символічного значення набули рядки відомого вірша Едгара По «Ельдорадо», в якому конкістадор, що марно віддав усе життя пошукам золотої країни, зустрівши на якомусь із безкраїх шляхів привида, розпитує дорогу навіть у нього:

Каже привид: «Поглянь, –
Там, де обрію грань,
Видко гір нерухому громаду;
Отуди твоя путь,
Щоб аж їх перетнуть,
Якщо хочеш знайти Ельдорадо!»

до Боготи, а потім до берегів Гуатавіти були доставлені численні парові помпи, які перекачали озерну воду в долину. Черпання мулу вже в перші дні дало плідні результати: золоті прикраси й дрібні смарагди. Але під палючим сонячним промінням мул дуже швидко почав твердnути й досяг майже бетонної міцності. Його розробка за допомогою лопат і черпаків виявилася неможливою. Небувалий за інтенсивністю сезон дощів звів нанівець усі зусилля шукачів золота, знов заповнивши чашу озера водою. Такий перебіг подій зовсім не здивував індіанців, які були певні, що їхні боги не віддадуть колишніх пожертвувань.

Корінне населення Америки не могло збагнути маніакальну пристрасть конкістадорів до золота. На запитання індіанця, чому білі люди так люблять жовтий метал, Кортес був вимушений дати філософську відповідь, начебто вони страждають на особливу хворобу серця, вилікувати яку може лише золото. Лас Касас усвоїх нарисах описав історію вождя одного з індіанських племен, якому вдалося втекти із захопленого іспанцями острова Еспаньйола на Кубу. Він застерігав, що Бог білої людини — золото, і радив усім кинути його в річки, щоб конкістадори не знайшли своє божество й дали населенню спокій. У занотованих індіанських переказах сказано про білих прибульців: «Наче мавпи, хапали вони золото, мружачись і кривляючись від задоволення, немов воно якимсь яскравим світлом осявало їхні серця». Як слушно зауважив Гайне:

Стало золото девізом,
Бо лише воно, як звідник,
Легко кожному давало
Рай земної насолоди.
Стало злото першим словом
Для іспанця, що заходив
До індійської халупи, –
Він води просив лиш потім...

Срібло Південної Америки. Феномен Потосі

Не менш промовистою сторінкою опанування надр Південної Америки є численні розробки срібних покладів, більшість із яких були найпотужнішими родовищами свого часу. Під час розгляду карти континенту може видатися, що головні родовища зосереджувалися в Аргентині (назва якої перекладається з латини як срібна країна), зокрема в басейні річки Ла-Плата (дослівно — срібна ріка, «плата»з іспанської — срібло). Насправді ж це найменш багата на срібло територія Америки. Помилкові географічні топоніми породжені великою кількістю срібла, яку конкістадори

виявили в місцевих мешканців, але його походження пов'язане з індіанцями племені кечуа, які видобували метал на території сучасної Болівії та торгували із племенами басейну Ла-Плати.

Основним районом зосередження срібних родовищ була південна частина давнього Перу (територія сучасних Перу та Болівії), де в XVI ст. були засновані срібні рудники в Кастровіррейні (1555 р.), Оруро (1595 р.), Серро-де-Паско (1630 р.). Проте найбільш грандіозним родовищем виявилося Серро-Ріко-де-Потосі (1544 р.). За даними академіка В. І. Вернадського, з початку експлуатації болівійського родовища Потосі ввезення срібла в Європу за 1546–1560 роки порівняно з 1521–1545 роками збільшилось у десять разів. Сумарний видобуток срібла за 300 років експлуатації становив тут понад 35 тис. т.

Перші срібні рудники іспанських конкістадорів у Перу постали на початку 40-х років XVI ст. на місці розробок інків у горі Порко (провінція Чаркас, Південно-Західна Болівія), де було засноване Срібне містечко. Історик Педро де Сьєса де Леон у «Хроніці Перу» (1553 р.) так описує ці події: «У цій горі Порко, що лежить біля Срібного містечка, були копальні, звідки видобували срібло для правителів. Стверджують, що багато срібла із храму Сонця Коріканча було видобуто саме з цієї гори; іспанці також багато його видобули. У цьому році підготовлено шахту Франсиско Пісарро, яка за рік принесе йому прибутку більш ніж на 200 тис. песо... Оскільки гора Порко здавна була дуже багатим місцем, то й тепер припускають, що вона залишиться такою назавжди. У багатьох прилеглих до Срібного містечка горах виявляли давні срібні рудники. Вважають, що цього металу тут стільки, що хто б його не шукав і не розробляв, видобуде його не набагато менше, ніж видобувають заліза у провінції Біскайя».

Думка автора «Хроніки Перу» виявилась пророчою, і з часом було відкрито найбагатше родовище Серро-Ріко-де-Потосі. Згідно з «Достеменним коментарем до історії держави Інків» Інки Гарсіласо де ла Веги (опублікованим у 1609 р.), Багата Гора (Серро-Ріко) була відома вже одинадцятому володарю імперії інків Уайна

Капаку, який 1462 року «вирушив до Порко і Андаккауа, багатих шахт, з яких були видобуті численні арроби (міра ваги, близько 10 кг. — *Авт.*) срібла». По дорозі він побачив гору (майбутню Потосі) і, вражений її красою, сказав придворним: «Ця гора без сумніву повинна мати срібло у своєму серці» та наказав принести сюди знаряддя і розпочати роботу. За легендою, слуги зробили це й віднайшли багаті срібні жили, що виходили на поверхню, та коли спробували розробляти їх, громоподібний шум струсонув гору і гучний голос наказав: «Не беріть срібло з цієї гори. Бог охороняє його для тих, хто прийде пізніше». Інки повернулися до царя та розповіли про це застереження. З тої пори срібло залишалось тут недоторканим, а гора дістала назву Потосі (від «потоксі» — голос).

Іспанці, що мали відомості про цю гору від індіанців, відшукали її в 1544 році, але самостійно виявити руду не змогли. На поверхневі виходи срібних покладів їм вказав індіанець-пастух Уальпа (Гуалчі). Офіційний титул «першовідкривача й засновника» найбагатшого срібного рудника всіх часів дістав хазяїн індіанця, конкістадор Хуан де Вільяроель, який завдяки цій великій знахідці був призначений віце-королем Нового Світу. У 1545 році Вільяроель привів до Багатої Гори 170 іспанських поселенців та 3 тис. індіанців і заснував тут місто Потосі. Завдяки незліченним скарбам срібної гори вже за чверть століття населення міста досягло 120 тис. осіб, а до середини XVII ст. — перевищило 180 тис., що становило понад третину всього європейського населення Америки тих часів.

У XVII ст. Потосі було найбільшим і найвпливовішим містом Нового Світу, до якого звертали погляди творчі люди всієї Європи. Багатства Потосі притягували сюди найвідоміших архітекторів, скульпторів, художників, поетів і подвижників церкви. Тут діяло 86 християнських храмів, а багато вулиць були справжніми шедеврами іспанської колоніальної архітектури (місто занесене до Списку світової культурної спадщини ЮНЕСКО, хоча значна частина автентичних пам'яток була втрачена). Безсмертний Дон Кіхот у романі Сервантеса, оцінюючи гідну винагороду для Санча

Панси, констатує, що «всіх скарбів Венеції й покладів Потосі не старчило б мені» (що свідчить про Потосі як про загальновідомий символ багатства). Герб Потосі вінчався написом «Найвідданіше місто короля» («Muy Leal Ciudad Real»). За однією з версій, знак монетного двору Потосі (переплетені букви «PTSI») став прообразом знака долара США. Потосі розташоване на висоті 4090 м над рівнем моря, а отже, було одним із надзвичайних міст середньовічного світу.

Осадові та вулканічні породи Багатої Гори (висота 4824 м), що є згаслим вулканом, прорвані штоком порфірів розміром 1700×1200 м. Шток має форму перевернутого конуса, а на нижніх горизонтах переходить у дайку товщиною близько 50 м. На родовищі виявлено 35 великих рудних жил, що заповнювали тріщини розривів. Їхня довжина становила від 300 до 1700 м, а середня товщина — 0,6 м. Руди представлені сріблом (самородні й мінеральні утворення) та оловом (каситерит).

Видобуток і транспортування срібла тривалий час здійснювали індіанці, які відбували накладену колонізаторами трудову повинність (міту). Спочатку від них вимагали лише сплати певної міри срібла. Цю організацію робіт описав у «Хроніці Перу» Педро де Сьєса де Леон, який побував тут у 1549 році: «Заволодівши цими рудниками, іспанці почали видобувати срібло, причому організували це таким чином: тому, кому належала шахта, індіанці, що до неї потрапили, сплачували одну марку, а якщо жила була багатою, то 2 марки щотижня. Якщо шахти не було, індіанці мусили давати своїм сеньйорам-енкомендеро півмарки щотижня. Стільки людей сходилось видобувати срібло, що це місце видавалося величезним поселенням». Далі автор стверджує, що відомі європейцям способи витоплення срібла за допомогою повітродувних міхів не спрацьовували з рудами Потосі, тому всі плавлення індіанці проводили своїми давніми методами. «Щоб витопити метал, вони робили декілька глиняних форм, подібних до іспанських глиняних горщиків для квітів із численними отворами з боків або повітроводами. У них клали вугілля, а зверху — метал, ставили на пагорбах чи

схилах, де вітер віє з найбільшою силою, й таким чином витоплювали срібло, яке очищали за допомогою маленьких міхів, або трубок, через які вдували повітря. Таким чином була отримана вся сила-силенна срібла, що вийшла з цієї гори.

Індіанці йшли на навколишні вершини добувати срібло, беручи глиняні форми, які звуться "гуайрас". Уночі їх стільки палає по всіх полях і узгір'ях, що вони видаються лампадами. У той час, коли віє нестерпний вітер, срібло видобувають у великій кількості, коли ж вітру немає, то й грама срібла не можуть отримати. Тому так само, як для навігації в морі, вітер корисний і тут для витоплення срібла».

Далі хронікер підкреслює доволі сприятливі для індіанців умови заробітку, що було пов'язано з тим, що вони знали секрети срібного витоплення: «Оскільки над індіанцями не було наглядачів і не можна було простежити, скільки ж срібла насправді вони отримали, тому що вони несли його для витоплення в гори, вважають, що багато з них збагатилися й принесли у свої землі величезну кількість цього срібла. Це було причиною того, що з усіх боків королівства в Потосі сходилися індіанці, щоб мати собі користь, оскільки для цього у них був такий добрий засіб (технологія витоплення й очищення срібла. — *Авт.*)». Підтвердження цих думок знаходимо в описі торгівлі в Потосі — в одному з найбільших світових ринків, де індіанці були шанованими покупцями.

Ситуація кардинально змінилася наприкінці XVI ст., коли прибулі гірники з Німеччини впровадили технології амальгамації та рафінування срібла. Знання та досвід індіанців перестали бути корисними для володарів шахт, і автохтонне населення почали використовувати здебільшого на важких гірничих роботах як невільників. Гора Потосі стала символом багатства надр Америки та, одночасно, трагедії її корінних жителів. Робочих рук катастрофічно бракувало. Власники рудників влаштовували справжні полювання на індіанців по всьому континенту. Людолови приводили щодалі нові й нові партії рабів-індіанців, але смертність на рудниках і збагачувальному виробництві була такою високою, що майже ніхто

не доживав до кінця встановленого п'ятирічного строку примусових робіт (основна маса робітників гинула протягом першого року трудової повинності). Особливо нестерпним для індіанців-сонцепоклонників було те, що вони решту життя проводили у горі й не могли бачити свого божества. Глибоко під землею розташовувались не тільки вибої гірничих виробок, але й житла-в'язниці, лікарні та цвинтарі гірників-індіанців.

Розробляючи руди, використовували найпростіші ручні знаряддя праці. Розкривні виробки — це штольні й похилі стовбури невеликої площі перерізу, їх було споруджено понад 2 тисячі на різних рівнях гори Потосі. Видобувні виробки — вузькі лази, в яких міг розміститися лише один робітник, працюючи навколішки. Швидко знесилюючись від тяжкої праці, нестачі повітря й незручного положення у виробці, індіанець у зазначений час відповзав від вибою,і його замінював інший невільник.

Через отруєння ртуттю гинуло ще більше людей, ніж від тяжкої праці у вибоях. У «процесі патіо», що використовувався для очищення срібла, руда подрібнювалась, змішувалась із ртуттю з утворенням амальгами, причому процес перемішування речовин здійснювався голими ногами індіанців. Після цього ртуть усувалась із суміші шляхом випарювання з утворенням великої кількості смертоносних парів. Сумарна лічба жертв на рудниках Потосі йшла на мільйони індіанських життів.

За 1545–1600 рр. на всіх рудниках Європи було видобуто тільки 1,9 тис. т срібла, тоді як із Перу (переважно з Потосі) в іспанську Севілью під конвоєм кораблів славетної Срібної армади було доставлено понад 7 тис. т срібла (приблизно така ж кількість металу, за оцінками істориків, була втрачена внаслідок аварій кораблів і піратських нападів, підтримуваних таємними зусиллями Англії, Франції та Нідерландів). Про розмах піратської діяльності може свідчити відомий епізод прибуття до порту Плімут у вересні 1580 року «Золотої лані» англійського мореплавця й пірата Френсіса Дрейка. Як свідчать документи, тільки в Тауер було доставлено 20 т срібла, п'ять зливків золота завдовжки 45 см кожний,

коштовне каміння. До того ж королева Єлизавета офіційно дозволила Дрейку залишити собі коштовностей на 10 тис. фунтів стерлінгів і стільки ж видати екіпажу. Можна тільки здогадуватися, скільки коштовностей було награбовано сотнями піратських кораблів за XVI–XVIII ст.

Протягом першої половини XVII ст. в Іспанію з Америки було доставлено близько 15 тис. т срібла, що призвело до занепаду багатьох срібнодобувних центрів Європи, які не могли конкурувати із заморськими багатими родовищами в умовах зниження вартості срібла. Слід зауважити, що потужний розвиток гірництва в Іспанській Америці відродив розвиток ртутних рудників в Альмадені (Іспанія). Добування срібла шляхом амальгамації потребувало величезної кількості ртуті, яку доставляли іспанські судна (був навіть створений особливий «ртутний флот»). Між Потосі та Альмаденом через океан простяглися шляхи взаємодопомоги, які забезпечували виробництво іспанського срібла до відкриття багатих ртутних родовищ в Уанкавеліці (Перу).

Ернст Самгабер у своєму класичному «Описі Південної Америки» так оцінив срібну хвилю, що прокотилася від Анд по всьому світу:

«Із Потосі вирвався срібний струмінь і полився далеко за океан в Іспанію, яку наповнив багатством і могутністю. Настала щаслива епоха для іспанського господарства, мистецтва й науки. З Іспанії срібло потекло далі й перетворило маленьку Португалію на сильну світову державу, для якої майже на століття була забезпечена монополія торгівлі навколо Африки та в Індійському океані. Але й там не зупинився срібний потік; він перекинувся через Піренеї, розлився по Франції й на його животворних наносах пізніше, в сімнадцятому столітті розквітла епоха "Короля Сонця" з його казковою розкішшю. Але ще раніше срібний потік проник у Голландію й зробив цю маленьку країну найбільшим у світі фрахтівником. Уся сила й велич Голландії спиралася на торгівлю зі Сходом за іспанське срібло. На ньому виросла й світова імперія Велика Британія. На узбіччі залишилися тільки ті країни, які до цього

стояли на чолі європейської історії: Італія та Німеччина. Великий історичний розвиток, початок якому поклав Потосі, їх оминув».

Не слід думати, що потоки американського золота й срібла принесли в Іспанію лише благополуччя та добробут. Надходження великої кількості грошових металів підточувало силу чинних економічних законів і політичних рівноваг. Піднесена до слави й могутності Іспанія через якийсь час потрапила в хаос інфляції та економічного застою. Згасли стимули до розвитку виробництва, а величезні ресурси йшли на придбання предметів розкоші й ведення численних воєн. В економічній науці з часом з'явився термін «іспанська недуга», який трактує багатство мінеральними ресурсами як прокляття для економічного розвитку країни. І все ж таки у тектонічних зрушеннях історії, що зумовили зміну середньовічних відносин Новим часом, срібло Потосі було одним із найбільш дієвих важелів.

5.3. Смарагди Колумбії та алмази Бразилії

> У певні дні вони виставляли смарагд на загальний огляд, поклонялися йому й вшановували, наче в ньому перебувало якесь божество.
>
> *Педро де Сьєса де Леон «Хроніка Перу»*

«Зелений лід» Нової Гранади

Серед найбільш коштовних мінералів, що їх Новий Світ відкрив людству, слід відзначити смарагди й алмази, багаті родовища яких значною мірою визначили розвиток світового ринку коштовного каміння, забезпечили довготривале домінування Південної Америки у видобутку цих самоцвітів. Перші певні свідчення про смарагди Нового Світу пов'язані з ім'ям завойовника Мексики Ернаном Кортесом, який у 1519 році отримав у дар від імператора ацтеків Монтесуми смарагдове намисто з каменями виняткової краси. Відомий конкістадор став великим шанувальником рідкісного зеленого каміння, зібрав його багату колекцію, до якої належав один із найунікальніших смарагдів усіх часів — «Королева Ізабелла» [98] (вагою 964 карати). За свідченням Кортеса, у Палаці правосуддя в Теночтітлані (Мехіко) в ацтеків зберігався

[98] Кортес подарував цей смарагд рідкісної видовженої форми (який не вміщувався на долоні) разом із великою кількістю інших чудових каменів своїй другій дружині Хуані де Сунізі на день їхнього весілля. Майже через два століття родина Суніг вирішила перевезти ці скарби в Іспанію й зафрахтувала невеликий вітрильник, який трагічно затонув разом із коштовностями поблизу берегів Флориди. У 1993 році команда професійних підводників-археологів на чолі з В. Бенілу здійснила операцію з підняття решток корабля. Серед урятованих скарбів Кортеса були сотні унікальних ювелірних виробів ацтеків і майя, славнозвісний монокристалічний череп із гірського кришталю, 25 тис. каратів відполірованих смарагдів, а головне — безцінна «Королева Ізабелла», яка, до речі, була оцінена на суму 116 млн франків.

смарагд розміром зі страусине яйце (вважалося, що камінь сприяє з'ясуванню провини підсудних). Проте родовища смарагдів не були знайдені в Мексиці, рідкісні камені надходили з далеких південних країн, де їх розробка почалася ще в X ст.

До величезних скарбів, захоплених конкістадорами в Перу в 1533 році (зокрема викуп Атауальпи), належало багато золотих речей, інкрустованих смарагдами. Смарагди прикрашали культові речі в храмах, навіть убрання знатних інків «було змережене золотим і срібним шитвом, смарагдами, бірюзою та іншими коштовними каменями» («Хроніка Перу»). Проте лише завоювання Нової Гранади (сучасна Колумбія) у 1536–1539 рр. дозволило не тільки захопити величезну здобич у вигляді численних дорогоцінних смарагдів, але й відшукати рудники індіанців і багаті родовища самоцвітів. Конкістадор Хіменес де Кесадо у своїй доповіді «Стислий виклад завоювання Нового Королівства Гранада»(1539 р.) свідчить: «…після завершення конкісти (тут — військової експедиції. — *Авт.*) між ними було розподілено 7 тисяч смарагдів, серед яких траплялися камені великої цінності, дуже коштовні. І це одна з причин, чому Нове Королівство треба цінити більше, ніж інші, які з'явилися в Індіях, тому що в ньому було виявлено те, чого жоден християнський государ, як ми знаємо, не мав (копальні. — *Авт.*). Вони були розвідані, хоча довгий час індіанці хотіли тримати у великій таємниці відомості про копальні, де згадані смарагди видобувалися. І хоча ми знаємо, що їх мусили б мати в інших краях, адже коштовні камені є в Перу, зокрема і деякі смарагди, але ніколи не було відомо про їхні розробки».

Педро де Сьєса де Леон включив у свою «Хроніку Перу» свідчення про величезний смарагд, який індіанці шанували як божественний: «Стверджують, що у правителя поселення Манта є або був один смарагд величезних розмірів і дуже коштовний, який його предки вельми цінували й пишалися ним. У певні дні вони виставляли смарагд на загальний огляд, вклонялися йому й вшановували, наче в ньому перебувало якесь божество. А якщо якому-небудь індіанцю або індіанці ставало зле, то після своїх

жертвоприношень вони йшли з проханням до каменя, якому вони робили підношення з інших каменів... Кажуть, що цей камінь був такий великий і коштовний, що індіанці ніколи не хотіли свідчити про нього (іспанським. — *Авт.*) правителям і начальникам, навіть коли їм суворо погрожували, лякали, що знищать усіх, і то вони не зізнавалися, у що вірують, — таке велике було благоговіння перед каменем».

Іспанці розпочали розробку смарагдів у 1555 році. Відправлений Хіменесом де Кесадо пошуковий загін із сорока конкістадорів під проводом капітана Педро де Валенсуела з великими труднощами досяг вершини «гори зеленого каміння» Чуекуата (на схилах Східної Кордильєри колумбійських Анд) і виявив на висоті 2200–2400 м над рівнем моря рудники індіанців і виходи смарагдовмісних гірських порід (сучасне родовище Чівор, департамент Бояка, 100 км на північний схід від Боготи). Навіть видобути зразки каменів виявилося складним завданням: конкістадори задля руйнування порід пошкодили кілька мечів і списів, але змогли відокремити лише зразки в породах. Пізніше від індіанців іспанці довідалися, що розробку смарагдів ті вели двічі на рік після сезонів дощів, коли водні потоки розкривали виходи порід із коштовним камінням. Досвід індіанців під час гірничих робіт враховували й конкістадори.

Найбільш потужні родовища були виявлені дещо пізніше в районі Музо [99] (той же департамент Бояка, 96 км північніше від Боготи). Про це відкриття у 1564 році повідомив намісник іспанського короля де Лейва, який вислав на завоювання багатих на смарагди земель експедиційний корпус капітана Хуана де Пенагоса. Незважаючи на формальну підлеглість іспанській короні, індіанці (племена музо й кахіма), розгорнули справжню війну із прибульцями, яка в різних проявах тривала протягом століть. Ці обставини разом із дуже складними умовами високогірного рельєфу

[99] У деяких джерелах ця назва подається як Мусо.

й обмеженими можливостями сполучень деякий час стримували розвиток копалень.

Як засвідчили пізніші дослідження, родовища смарагдів у Колумбії згруповані у вигляді широкої смуги, що перетинає хребти Східної Кордильєри у північно-західному напрямку. Найбагатшими районами є ділянки Музо в центрі смуги та Чівор — на її крайньому півдні. Смарагди містяться тут у вельми специфічних термальних альбітових або кальцитових жилах, розміщених у чорних вуглистих сланцях чи вапняках. Розробки вели відкритим (кар'єри) та підземним (штольні у поєднанні зі стовбурами) способами. Для отримання одного карата низькоякісного каменю необхідно було переробити близько 1 м^3 сланцевої породи, для ювелірних каменів вищого класу — до 12 м^3. Для цих робіт як невільники залучалися тисячі корінних жителів, які масово гинули від спеки й задухи підземних виробок. Утім, видобуток смарагдів сягнув небачених раніше масштабів, і ці камені заполонили Іспанію й усю Європу, а Богота перетворилася на один із найбільших ювелірних центрів світу. Торговці змушені були шукати нові ринки збуту американських самоцвітів в Османській імперії, Персії та Індії.

Копальні Чівор експлуатувалися іспанцями до 1675 року, причому їх закриття було пов'язане не з вичерпанням смарагдів, а з жорсткою боротьбою кількох впливових аристократів за право розробки родовища. У долю рудника втрутився навіть папа Климент X, який дуже цінував перуанські камені. Оскільки компромісу не було досягнуто, іспанський король Карл II особливим указом оголосив про ліквідацію рудника Чівор й заборону видобутку смарагдів. Копальні були покинуті й за кілька десятиліть забуті, причому рясна флора досить швидко вповні приховала сліди колишніх розробок і доріг, що вели до них. Лише в 1886 році колумбійський гірничий інженер Ф. Рестрено за архівними документами конкістадорів виявив приблизне місце гірничих робіт і згодом знайшов рештки давнього акведука, який привів його на вершину хребта, де й розташовувалися старі рудники. Це відкриття

забезпечило «друге життя» родовищам смарагдів, до яких прийшла нова техніка.

У XX ст. Колумбія залишалася найбільшим постачальником смарагдів на світовий ринок, причому якість колумбійських каменів визнана неперевершеною. Слід зауважити, що значна частина колумбійських розробок у XX ст. (за різними оцінками — від 40 до 60 %) контролювалася гангстерськими угрупованнями або напівлегальними компаніями. Колумбійські копальні зажили сумнозвісної слави під красномовною назвою «смарагдове пекло». Тут робітники низької кваліфікації, так звані скарбошукачі (гуакерос) розшукують смарагди в масі гірських порід, що видані з шахти або обвалені з кар'єрного уступу підривними роботами. Ділянки з породою, де працюють сотні гірників, огороджені колючим дротом і контролюються озброєними охоронцями. Між гуакерос постійно виникають спалахи насильства й злочинів. Важка й брудна робота, інфекційні хвороби, проживання в убогих халупах є підставою до того, щоб провести сумні паралелі між недолею гірників XX ст. та їх індіанськими попередниками часів конкісти...

Алмази Нового Світу

Ще одним потужним світовим центром із видобутку самоцвітів стала Південно-Східна Бразилія, зокрема штат Мінас-Жерайс (з португальської *Minas Gerais* — «головні копальні»). Бразилія була «випадково» відкрита в 1500 році португальським мореплавцем Педру Кабралом, який, обходячи Африку, значно відхилився на захід і досяг Нового Світу, назвавши його Землею Істинного Хреста (*Terra da Vera Cruz*) [100]. І хоча за лінією розподілу

[100] Тривалий час відкриті землі мали дві назви: Земля Істинного Христа та Бразилія (від легендарної землі Бразил, яка, за кельтськими міфами, була загублена в Атлантичному океані). У закріпленні сучасної назви важливу роль зіграв експорт із цієї країни до Європи різновиду червоного дерева, яке називали бразильським.

світу між Іспанією та Португалією («папський меридіан» проходив на 370 миль західніше Островів Зеленого Мису) лише східний край Бразилії потрапляв у португальську зону, колонізували величезну країну саме португальці, чому значною мірою сприяло тимчасове об'єднання Іспанії та Португалії в одне королівство (1580–1640 рр.), коли вся Південна Америка формально стала частиною іспанських володінь і кордонів на континенті не стало.

Багаті родовища золота й самоцвітів не були відкриті в початковий період колонізації Бразилії, оскільки корінне населення не знало цих родовищ і майже не мало в ужитку коштовного каміння й благородних металів. Лише наприкінці XVII ст. у верхів'ях річки Жекитиньоньї (нагір'я Мінас-Жерайс) розпочалися розробки золотих розсипів, які виявилися багатими й численними. «У річковому піску разом із крупинками золота шукачі іноді знаходили маленькі блискучі камінці, на які зазвичай не звертали уваги, тільки іноді підбираючи їх через красивий блиск» (Г. Гандельман «Історія Бразилії»). У 1728 році орендар золотоносної ділянки в Серроду-Фріо Бернардо Лобо привіз віднайдені ним алмази в Лісабон і сповістив короля Хуана V про відкриття родовищ цих коштовних каменів. Уже наступного року губернатор провінції Мінас-Жерайс Лоренцо де Альмейда був вимушений зробити офіційне повідомлення королівському двору про стихійний видобуток алмазів, який розпочався на підпорядкованій йому території.

Вимоги короля звелися до запровадження «алмазного податку» (20 % від видобутих каменів) та рекомендацій стримувати неконтрольовані розробки. Але виконати ці накази було неможливо. Алмази виявили в багатьох нових місцях, і туди вирушили тисячі колоністів разом з африканськими невільниками. На початку 30-х років XVIII ст. на алмазних розсипах Мінас-Жерайс працювало близько 9 тис. рабів. Європейський ринок алмазів був переповнений, а ціна на ці камені впала більше ніж утричі. У 1734 році португальський король заборонив видобуток алмазів у Бразилії (не допускалося навіть перебування людей в околицях колишніх розробок). Алмазні території взяли під охорону

особливі поліцейські загони, завданням яких було не допустити ведення гірничих робіт.

Однак уже за кілька років заборона була замінена віддачею алмазних ділянок в оренду потужним фінансовим фірмам. Зокрема монопольне право на експлуатацію покладів бразильських алмазів (на правах оренди) отримала нідерландська фірма братів Бретшнайдер, а пізніше компанія «Хуан Фернандес де Олівейра, батько і син». У другій половині XVIII ст. генеральний орендар родовищ доктор де Олівейра став некоронованим правителем міста алмазів Діамантіна (колишній Теюн) і одним із найбагатших людей свого часу. Скупчення величезних багатств у місті гірників сприяло розвитку його архітектури, притягувало культурні верстви й торгівців, а в Лісабоні ходили чутки, що „перед розкішшю в Шираці (маєток Олівейри. — *Авт.*) тьмяніє блиск королівського двору». Англійський мінералог Джон Мейв, який відвідав копальні Мінас-Жерайс на початку XIX ст., писав про гірників, серед яких було чимало рабів-африканців: «Здебільшого вони пригнічені сильніше, ніж подібні до них на інших виробництвах, з якими я ознайомився... Панство ж купається у розкошах, їхні щоденні обіди складаються з багатьох чудових м'ясних страв, які подають на прекрасній англійській порцеляні». Розробку розсипних родовищ вели шляхом промивання в дерев'яних лотках уламкового матеріалу (рінь, пісок) на річках або їхніх колишніх руслах.

Утім, повністю монополізувати видобуток алмазів тривалий час не вдавалося, оскільки розсипний характер численних родовищ сприяв широкому нелегальному видобутку каменів. У 1740–1772 рр. у Європу щороку надходило в середньому 52 тис. каратів бразильських алмазів (приблизно стільки ж привозилося контрабандою), що вчетверо перевищувало постачання з Індії. 1771 року систему орендних контрактів було скасовано, а розробку коштовного каміння взято під особистий контроль португальського короля. Державна організація розробок призвела до суттєвого зниження видобутку алмазів, малорентабельності підприємств і скорочення надходжень у королівську скарбницю. У 1830 році

розробки було передано приватним старателям, причому кожен (після сплати невеликого податку) міг отримати ділянку площею до 200 м². До 1870 року Бразилія була основним постачальником алмазів на світові ринки (обсяги експорту усталилися на рівні 200 тис. каратів щороку). І хоча вивезення алмазів з Індії на той час було вже незначним і не могло становити конкуренції бразильським надходженням, але на ювелірному небосхилі вже з'являлася найяскравіша алмазна зірка Південної Африки.

Цікавою сторінкою дослідження природних скарбів штату Мінас-Жерайс стала російська експедиція 1824–1825 рр., організатором і керівником якої був колишній російський консул у Ріо-де-Жанейро, член-кореспондент Петербурзької Академії наук Георг Генріх Лангсдорф. Між іншим експедицією було зібрано й систематизовано багаті колекції мінералів, рідкісні дані з історії Алмазного округу, зроблено описи видобутку алмазів, які члени експедиції спостерігали на власні очі. Описуючи копальні на річці Жекитиньонья, Лангсдорф зокрема зазначав: «Я був свідком того, як із сьомої години ранку до двох годин пополудні було намито 55 каменів вагою понад 100 каратів. Найбільший був у сім з половиною каратів. За тиждень тут намивають у середньому 150–200 каратів цього коштовного каміння». Загалом експедиція уславилась «безкорисливою загальнолюдською працею наукового пізнання природи й людей», сприяла знайомству народів Бразилії та Російської імперії.

Подібно до старательської розробки золота, алмазні розсипи притягували велику кількість шукачів, що вплинуло на заселення й економічне освоєння гірничодобувних регіонів країни. У пошуках кращої долі люди їхали до Бразилії з усього світу, чимало старателів було з України. У вірші «Гей, розіллялось ти, руськеє горе» Іван Франко звертається до емігрантського люду:

Що то ще жде тебе на океані?
Що у Бразилії, в славній Парані?
Що то за рай ще тобі отвираєсь
В Спіріту Санто та Мінас Джераес?

Із розвитком технічних засобів гірничі розробки у штаті Мінас-Жерайс набули ще більших обсягів, причому вичерпання розсипів призвело до видобутку різноманітних корисних копалин у гірських масивах кар'єрним і шахтним способами. Вельми характерним є зображення на гербі штату основних символів гірництва — молотків і світильника.

Підсумовуючи, зазначимо, що протягом XV–XVII ст. основним чинником зростання видобутку корисних копалин були пошук та експлуатація нових багатих родовищ на «відкритих» європейцями землях Африки, Азії й особливо Америки, що, своєю чергою, стало потужним стимулом освоєння нових земель і становлення епохи Великих географічних відкриттів. Видобували переважно коштовні метали й каміння, які помітно вплинули на світову торгівлю й накопичення капіталів, що значною мірою зумовило економічні й суспільні зміни XVIII ст.

6. ДОБА ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ: ВИТОКИ, ПЕРЕТВОРЕННЯ, ДОСЯГНЕННЯ

У розділі: *концентрація й монополізація гірничих підприємств під проводом Фуггерів; становлення гірничо-металургійного центру на Уралі; поява парових машин як відгук на потреби гірництва; технічні перетворення парової доби; створення вугільної промисловості; прогрес металургійних технологій; суспільні й екологічні ризики технічного поступу; становлення вищої гірничої освіти та науки*

6.1. «Підготовчий період»

Промислово-фінансова імперія Фуггерів

> Перекажіть, небого, панії вашій, що її туга рве моє серце і що я хотів би стати Фуггером, щоб виводити її з таких клопотів.
>
> *М. де Сервантес «Дон Кіхот»*

Промислова революція, яка позначила перехід від ручного, ремісничого виробництва до машинного фабрично-заводського устрою й заклала підвалини трансформації традиційного аграрного суспільства в нове індустріальне, розпочалася в другій половині XVIII ст. Передумови цієї революції, що накопичували потенційну енергію змін, формувалися ще в надрах пізнього Середньовіччя. Специфіка й темпи її розвитку помітно відрізнялися: від доволі стрімких перетворень в Англії, яка випереджала в цих процесах інші країни, до еволюційного, поступового руху Центральної Європи. Дещо умовні терміни становлення промислового виробництва нового типу коливалися від кількох десятиліть до століття й більше, хоча підготовчий період цих змін тривав значно довше.

Серед головних причин знакових соціально-економічних зрушень називають такі: суттєве зростання капіталу, накопиченого завдяки сталому постачанню величезних обсягів золота та срібла з Іспанської Америки; збільшення за сприяння морського транспорту європейського і світового товарного ринку; зростання

продуктивності сільського господарства й приріст населення (яке шукало працю в промислових центрах); винайдення принципово нових машин і технологій, що разюче піднесли продуктивність праці, посилили концентрацію й розвиток гірничо-металургійного виробництва як головного рушія промислового поступу.

Оскільки новаторські організаційні зміни в європейському гірництві та металургії передували іншим важливим процесам промислової революції, розгляньмо їх більш ретельно на прикладі славетного промислово-фінансового дому Фуггерів, становлення якого яскраво ілюструє переростання торговельного капіталу в промисловий, пов'язану з цим концентрацію виробництва та формування можновладців нового типу.

Наприкінці XV ст. розпочалося загальне зростання економіки країн Священної Римської імперії, яке значною мірою було викликане розвитком видобутку металів у Німеччині, Австрії, Чехії, Словаччині, причому германські землі на якийсь час запосіли провідне місце в економічному розвитку Європи. Величезне значення мали поліметалічні рудники. Їх привабливість була всеосяжною. Це породжувало нестримне бажання шляхти заволодіти якомога більшою їх кількістю. Проте сконцентрувати (тим більш монополізувати) гірничо-металургійне виробництво у вузькому колі власників тривалий час не вдавалося. Перешкоджала різноманітність господарчих і фінансових суб'єктів: монастирі, великі феодали, вільні артілі гірників, міська й цехова влада, купецтво. Феодальна роздрібненість імперії, досить заплутані господарсько-правові відносини, складні політичні й релігійні суперечності, особливі привілеї гірників, а також великі ризики інвестицій у справи розвідки й видобутку копалин стримували монополізацію видобувних галузей.

Сприятливі умови для об'єднання й упорядкованого розвитку найбільш потужних гірничих і металургійних виробництв виникли на початку XVI ст., значною мірою завдяки титанічній діяльності німецького купця, фінансиста та промисловця Якоба Фуггера (1459–1525) на прізвисько Багатій. Його родина походила із ткацького цеху міста Аугсбурга (Південна Німеччина), а перші

капітали були зароблені торгівлею місцевим сукном і тканинами з інших країн. Коли батьки Якоба вирішили дати синові професію золотаря, вони й гадки не мали, що, вивчивши метали, джерела їх походження, технології витоплення й обробки, Якоб почне створювати небувалу промислово-фінансову компанію і стане найбільшим у світі власником рудників та металургійних підприємств. Його статки часто порівнювали з багатством легендарного царя Соломона, який також отримав свої скарби завдяки славетним копальням.

Для вивчення фінансових і політичних механізмів Фуггер виїздив у Рим, Ватикан, Венецію. Він створив численні комерційні факторії (фірми), відкрив власну торгівлю металами та рудами. З часом, коли було налагоджено збут металів, а економічна ситуація сприяла підвищенню попиту на них, Якоб Фуггер активно скуповував гірничі підприємства, попередньо заручившись політичною підтримкою феодальної знаті.

Першими гірничими регіонами, опанованими Фуггером, були Тіроль і Зальцбург (Західна Австрія) та рудники Північної Італії, захоплені тірольським ерцгерцогом Сигізмундом. Його військові потреби, сплати репарацій, численні борги потребували постійних нових запозичень. Надійним кредитором ерцгерцога став Якоб Фуггер, який давав гроші під право отримувати частку доходів із рудників, що належала Сигізмундові як власникові земель. Оскільки ерцгерцог не зміг повернути борги, то це право разом із привілеєм першому купувати видобуту руду перейшло до Фуггера. У 1488 році він разом із генуезцем Коваллі надав ерцгерцогові Сигізмунду безпрецедентну позику на суму 150 тис. гульденів, за що отримав «до повної сплати боргу» право на доходи зі срібних рудників Шваца, де працювало близько 7 тис. гірників. Важливим кроком було входження безпосередньо в управління приватних рудників, куплених шляхом позик, та придбання слабких, малоприбуткових підприємств, які мали значні запаси руд. Невдовзі підприємства Фуггера контролювали майже всі копальні Тіролю й купували понад 75 % видобутку місцевих руд.

Після заволодіння Альпами розпочалась експансія в Карпати й розробка поліметалічних руд на тодішніх угорських родовищах, розташованих між Краковом, Братиславою та Будапештом (здебільшого на території сучасної Словаччини). Угорська шляхта, знана своєю національною самосвідомістю, активно протидіяла експансії німецької компанії. Тому в 1494 році родина Фуггерів разом з угорською дворянською родиною Турзо, яка мала від короля Матіаша Корвіна право на розробку рудних родовищ, створила спільну гірничо-металургійну компанію [101]. Важливим активом новоствореної компанії було те, що очолив її Йоганн Турзо — найвидатніший гірничий інженер свого часу, творець багатьох гірничих машин і технологій. Розпочавши з рудників Банської Бистриці (Нейзоля), нова компанія, що поєднала великі гроші Фуггерів та інженерний досвід Турзо, поширює свій вплив на більшість рудників Угорського королівства. Одним зі шляхів опанування родовищ стало скуповування затоплених копалень (підземні води часто-густо були причиною припинення гірничих робіт), налагодження там систем водовідливу (винаходи Турзо) й подальша експлуатація рудних покладів.

Логічним продовженням масштабного видобувного промислу стає спорудження потужних металургійних підприємств, які створюються у Філласі (Каринтія), Хоенкірхені (Тюрингія), а також у селищі Могила поблизу Кракова. Тут у величезних кількостях витоплювали кольорові метали з використанням технології вилучення попутного срібла з мідних руд. Засновані у Філласі заводи дістали назву «Фуггерау», у них були зосереджені збагачувальні промисли, печі для витоплення металу, ливарні, фабрика артилерійської зброї, кузні. Вельми символічно, що заводи в тюринзькому Хоенкірхені постали на землях монастиря цистерціанців, які передали їх Фуггерам як естафету від організаторів гірничо-металургійного

[101] Угода між Якобом Фуггером і Йоганном Турзо мала таємний характер: тривалий час угорська шляхта не здогадувалася, що за фірмою Турзо стоять гроші Фуггерів.

промислу старих часів новій генерації промисловців. До сьогодні в Хоенкірхені збереглися назви з тих часів: мідний шлях, срібний рудник, ковальський став, дробарка тощо.

Видобуток срібла й золота дозволив Фуггерам заснувати численні золотарні в промислових центрах Європи, зокрема в Аугсбурзі, Антверпені, Відні, Вроцлаві, Кракові. Рідне місто й резиденція Фуггерів Аугсбург стало найбільшим постачальником дорогоцінного металевого посуду, ювелірних виробів, дорогих годинників, холодної зброї, безлічі прикрас. Крім того, аугсбурзька компанія починає карбування грошей на багатьох монетних дворах Європи. Банківська справа (зокрема обмін валют) також стає прерогативою аугсбурзької компанії. Крім того Фуггери розбудовують численні друкарні [102] по всій Європі.

Подальшій промислово-фінансовій експансії Фуггерів сприяла й політична ситуація — піднесення монаршого дому Габсбургів, фінансовою опорою яких стає Якоб Фуггер. Удалі шлюби імператора Максиміліана I та його дітей сприяли всебічному розширенню Священної Римської імперії, а утвердження Габсбургів в Іспанії, яка на початку XVI ст. стала потужною світовою імперією, дало надію на об'єднання всієї Європи під їхньою династичною короною.

Цими обставинами вдало скористалися Фуггери. Починаючи з 1496 року аугсбурзька компанія мала від імператора Максиміліана I значні привілеї у скуповуванні срібла й надзвичайні права на торгівлю міддю та коштовними металами у Південній Німеччині й Італії. Ці привілеї значно розширились умовою про позику від Фуггерів і Гохштеттерів від 1515 року. Ставши банкіром іспанського короля Карлоса I (Габсбурга), Якоб Фуггер забезпечив йому потужну фінансову підтримку в складній боротьбі за престол Священної Римської імперії, за що отримав права на розробку

[102] Примітно, що друкарня Швайпольта Фіоля, яка 1491 року видала перші книжки кирилицею (тогочасною писемною українською мовою), була заснована у Кракові коштом Йоганна Турзо.

іспанських золотих і срібних родовищ, ртутних покладів Альмадена, а також на торгівлю металами, що надходили з Іспанської Америки. Одночасно розширився вплив Фуггерів на рудники Центральної Німеччини, Саксонії, Моравії та Сілезії, де вони стали власниками багатьох родовищ, зокрема багатого на золото Райхенштайна. У 20-х роках XVI ст. утворилася промислово-фінансова імперія Фуггерів, причому ніколи раніше й ніколи пізніше в історії жоден картель не мав такого визначального впливу на економіку й політику всього Старого Світу.

Вбачаючи у феодальній роздрібненості нездоланні перешкоди для ефективного промислового розвитку Європи, Фуггер був палким прихильником утворення «світової християнської держави» й фінансував заходи з її створення на чолі з імператором Карлом V Габсбургом (колишнім іспанським королем Карлосом I). Уперше майнула надія практично втілити такі імперативи християнської ідеї, як єдність християнського народу, єдність християнської церкви, єдність християнської держави. Здавалося б, що після нищівної поразки армії французького короля у війні з Карлом V справа об'єднання Європи була надзвичайно близькою до успіху, але спалах релігійних протистоянь в імперії, боротьба з протестантськими державами та виснажливі війни з Туреччиною завадили реалізації цих планів (вельми сумнівних для реалій тогочасного світу, до того ж упроваджуваних вогнем і мечем). Цікаво, що створення Європейського Союзу в XX ст. розпочалося з міжнародного об'єднання вугілля та сталі, яке слугувало економічним локомотивом інтеграційних процесів у Європі й розв'язувало проблеми, означені ще Якобом Фуггером.

Маючи факторії в багатьох портових містах Європи, аугсбурзька компанія зробила головним перевалочним пунктом своїх товарів Антверпен (Нідерланди в той час також перебували під владою Габсбургів). Цей порт завдяки грошам і товарам Фуггерів перетворився на центр світової торгівлі металами й за товарообігом успішно конкурував із Венецією. Купуючи й беручи в оренду величезні території в Іспанській Америці, Фуггери заволоділи цілою

країною — Венесуелою (дослівно малою Венецією), з якої вели широку торгівлю з американськими поселеннями та з Європою. За домовленістю з Іспанією компанія забезпечувала американські рудники професійними гірниками (здебільшого із Тіролю), а також доставляла на копальні африканських невільників.

Характеризуючи політичні погляди й життєву філософію Фуггерів (Якоба, його братів і небожів), відзначимо консервативну спрямованість і релігійний характер, вірність католицькій церкві, всебічну організаційну підтримку контрреформації. Добре знаючись на металах, розуміючи гірництво й небезпечну працю гірників, Фуггери розглядали свої підприємства не тільки як засіб накопичення величезних статків, а й як частину великої справи промислового поступу й об'єднання християнської Європи. Тобто вони жили великою метою, відчували свою місію та відповідальність за доленосні вчинки [103].

Якоба Фуггера не стало 30 грудня 1525 року. Аугсбурзький хроніст Клемент Сендер зауважив з цього приводу: «Ім'я Якоба Фуггера й синів його брата добре відоме в усіх королівствах і країнах, навіть серед поган. Імператор, королі, князі й можновладці висилали до нього своїх посланців; Папа вітав його й приймав як свого найулюбленішого сина, кардинали вставали в присутності його особи...». Фірма Фуггерів була у XVI ст. найважливішим світовим банком, найбільшим торговим домом, найпотужнішим гірничим підприємством, найбільшим працедавцем у гірництві, металургії, виробництві зброї, транспорту й предметів золотарства, головним адміністратором більшості монетних дворів і політичною потугою найвищого рангу.

---

[103] Спадкоємці Якоба й Антона Фуггерів, поступово втративши активи багатьох підприємств і факторій, перетворилися на типових банкірів, справою яких були вже не високі ідеї, а банальне накопичення грошей. Занепад промислово-фінансової імперії Фуггерів значною мірою був пов'язаний із драматичними поразками династії Габсбургів, які акумулювали (у вигляді запозичень) значну частину прибутків родини Фуггерів.

Слід зауважити, що торування нових шляхів розвитку гірничих і металургійних підприємств Фуггерів супроводжувалося жорстоким визиском робітників, наступом на права вільних гірничих артілей, ламанням звичних форм праці й побуту гірників. Ці тенденції помітно посилилися за часів панування нащадків Якоба Фуггера, які мало розумілися на гірництві, але прагнули дедалі більших грошей. Яскравим прикладом їхнього грабіжницького господарювання була трагедія в Злотім Стоці (на стовбурі «Золотий Осел»), яка сталася 1565 року внаслідок заощадження на засобах кріплення й безпеки виробок. Головний стовбур золотого рудника завглибшки 72 м був повністю зруйнований обвалом бічних порід. У «кам'яному мішку» залишилися 59 шахтарів. Відбудову стовбура власники вважали недоречною, і завал залишився нерозібраним, а загиблих гірників навіть не шукали. Ця катастрофа стала початком чорної смуги для підприємства Фуггерів у Злотім Стоці й призвела до їх виходу із концесії. Численні повстання гірників проти Фуггерів відбувалися на різних рудниках, але найбільшого розмаху досягли у Словаччині. Всі вони були жорстоко придушені феодальною знаттю й військовими найманцями компанії Фуггерів.

Підкреслимо й прогресивні риси економічної діяльності цієї особливої компанії. Її численні рудники й заводи вирізнялися доволі високим рівнем тогочасного технічного оснащення та продуманою організацією виробництва, причому окремі слабкі підприємства поступово «підтягувалися» до загального технічного рівня. У стислі терміни рудники у кілька разів збільшили обсяги видобутку, зросла й продуктивність праці. Виникла керована з одного центру розгалужена система видобутку й подальшої переробки руд, витоплення металів і виготовлення різноманітних знарядь праці, зброї та виробів золотарства, які мали сталий попит. Фуггерами було започатковане будівництво муніципального житла, що вирішувало (хай навіть частково) побутові проблеми міського населення. Таким чином, у межах однієї компанії здійснювалися не тільки масштабна первинна переробка сировини, а й виготовлення із неї остаточного продукту та міжнародна торгівля цими

товарами, забезпечувався технічний поступ підприємств, частково вирішувалися соціальні питання.

Системна взаємодія багатьох підприємств і торгових (банківських) факторій, розташованих часом на великих відстанях, сприяла будівництву доріг і налагодженню безпечного транспорту, долала феодальні перешкоди (кордони численних князівств, що потребували сплати мита, подорожніх дозволів тощо), створювала прогресивні напрями банківської справи (зокрема фінансування великих виробництв), формувала таким чином нові зразки суспільних і виробничих відносин. Розвиток міжнародних зв'язків у гірництві та металургії, продемонстрований компанією Фуггерів, значним чином сприяв інтеграційним процесам і капіталізації економічних відносин у Європі.

Формування гірничо-металургійного центру на Уралі

Час переломився на Уральському хребті...
О. Пушкін

На відміну від європейських процесів розвитку промисловості, утворення потужного гірничо-металургійного центру на Уралі відбувалося цілком у межах феодально-кріпосницьких відносин. За історичною й гірничо-геологічною значущістю Урал входить до п'ятірки найбільших рудних районів світу. Його освоєння забезпечило металами потреби Росії, причому уральське залізо стало в другій половині XVIII ст. головною статтею її експорту, випередивши навіть традиційне збіжжя. Завдяки надзвичайно багатим рудним родовищам і навколишнім лісовим масивам Уралу (доступне деревне вугілля) Росія на кілька десятиліть вийшла на перше місце у виробництві заліза, випередивши Англію та Швецію [104].

[104] Причина тимчасового російського лідерства була значною мірою пов'язана з енергетичною кризою країн Європи, тобто винищенням

Будування на Уралі гірничих заводів, видобуток і переробка руд чорних і кольорових металів, удосконалення металургійного устаткування, заснування гірничих шкіл і училищ — усе це створило передумови для спроби Росії «вискочити з рамок відсталості» й закласти підвалини широких промислових перетворень. Здійснити ці плани повною мірою не вдалося.

Ще античні автори описували скарби Рифейських (Гіперборейських) гір [105]. Найдавніша вітчизняна письмова згадка про Урал збереглася в київському літописі «Повість минулих літ» (початок XII ст.), де згадується похід туди новгородців за цінними хутрами. Саме до складу Новгородського князівства увійшли пізніше землі Верхнього Прикам'я (Приуралля), які 1478 року (разом із приєднанням Новгорода) відійшли до Москви. Ці землі з часом стали вотчиною багатих землевласників і купців Строганових, які на початку 80-х років XVI ст. організували військовий похід Єрмака для підкорення Сибірського ханства. Перемога козаків над сибірською частиною колишньої Золотої Орди відкрила шлях для російської колонізації Уралу та Сибіру, хоча локальне протистояння місцевого населення тривалий час гальмувало освоєння цих величезних територій.

З XVII ст. на Уралі почав формуватися центр гірничодобувних та металургійних промислів, причому дороговказами для пошуку корисних копалин слугували примітивні металеві й соляні промисли місцевого населення, а також залишки давніх гірничих розробок (чудських копалень). З цього приводу письменник

лісів, які забезпечували деревним вугіллям металургійні промисли. Застосування коксу та розвиток кам'яновугільної промисловості разом із технічними інноваціями в металургії сприяли поверненню передових позицій Англії.

[105] Рифейськими, або Гіперборейськими горами називали Уральський хребет за античних часів. Руська назва цих гір була Камінь, або Пояс. Вважають, що назва «Урал» походить від мансійського «ур» (гора) або тюркського «арал» (острів). Вона була пущена в широкий обіг В. Татищевим у першій половині XVIII ст.

Д. Мамін-Сибіряк зазначав: «"Чудь" існувала задовго до російської історії, й можна лише дивуватися високій культурі металу, якою володіли ці племена. Достатньо сказати лише те, що всі наші уральські гірничі заводи збудовані на місцях колишньої чудської роботи — руду шукали саме в цих чудських місцях».

Першими російськими заводами тут були Ніцинський залізоробний завод (Ніца — притока Тури), збудований царськими воєводами 1631 року, та Пискорський мідеплавильний завод (район Солікамська), що зводився під керівництвом німецького рудознавця Аристa Петцольда та його помічників-іноземців (почав роботу в 1634 році). Ці казенні заводи, як і десяток інших, зведених у XVII ст. (зокрема приватний завод рудознавця Дмитра Тумашева, завод Далматовського монастиря та ін.), не були особливо успішними, оскільки використовували застарілі технології (плавлення вели в давніх сиродутних печах, домни не зводили), бракувало гірничих спеціалістів і виробничого досвіду, робочою силою були здебільшого селяни-кріпаки, які масово розбігалися із заводів, царські воєводи управляли гірничими справами некомпетентно, по-хижацьки використовуючи залізні родовища (після розробки найбагатших покладів родовище вважали вичерпаним). Протягом усього XVII ст. Росія продовжувала імпортувати мідь і залізо (переважно зі Швеції).

Більш успішний розвиток гірничозаводської справи на Уралі спостерігається з кінця XVII — початку XVIII ст. Це було зумовлено передусім потребою підсилення військової дієздатності московського війська (постачання заліза на озброєння) в умовах, коли металургійні бази центру (Тульські заводи Андреаса Вініуса) та півночі (Олонецькі заводи Бутенанта Розенбуша) вичерпували навколишні природні ресурси й скорочували виробництво. Сучасник так свідчив про це: «ліси віддалилися, вугілля (деревного. — *Авт.*) не стало, руда збідніла». Крім того, загострення політичних відносин зі Швецією й наступна Північна війна не тільки спричинили зростання потреби в металах, але й позбавили Росію традиційних можливостей імпорту шведського заліза.

У 1696 році Петро I доручив воєводі Верхотур'я (тодішнього адміністративного центру Середнього Уралу) Д. Протасьєву пошук «доброї» залізної руди, яка й була знайдена в горі над річкою Тагіл (славетне родовище магнетиту Гора Висока) та на берегах річки Нейви, або Нев'ї (багаті поклади бурих залізняків). Зразки магнетиту були успішно випробувані в Ризі й Амстердамі. Вердикт усіх дослідників був одностайний: «Сибірське залізо у справі таке пречудове, що краще за нього добротою та м'якістю бути не може». У 1699 році вийшов іменний указ, згідно з яким було «велено у Верхотурському повіті, на річках Тагіл і Нев'я, де знайдена залізна руда, знов завести залізні заводи».

Майже одночасно будувалися два заводи: Нев'янський (55 км від Гори Високої на річці Нев'ї) та Кам'янський (на місці старого заводу Далматовського монастиря на річці Железенка, яку перейменували на Кам'янку). Обидва заводи мали греблі, що забезпечували заводські механізми водними рушіями, доменні печі, молотові фабрики, кузні. Перший уральський чавун видали 15 жовтня 1701 року на Кам'янському заводі, а в січні 1702-го кам'янський доменний майстер Яків Фадєєв викував перше місцеве залізо, яке високо оцінили на Московському гарматному дворі. Протягом 1702 року на Кам'янському заводі під наглядом гарматного майстра Еріка Депре було відлито 182 гармати, а обдарованість і досвід зброяра Н. Пиленка дозволили виготовляти високоякісні мушкети, фузеї, рушниці. Протягом 1703–1704 рр. поблизу винайдених залізорудних родовищ бурих залізняків були збудовані ще два казенні заводи — Алапаєвський і Уктуський.

Нев'янський завод розпочав виплавку чавуну наприкінці 1701 року, а вже через три місяці Петро I передав його у приватну власність колишньому тульському майстрові-зброяру й заводчику Микиті Демидову (Антуф'єву [106]) «з тим, щоб він, Микита,

[106] Микита Демидович Антуф'єв (1656–1725), якого Петро I часто називав по батькові Демидич, був записаний Демидовим у царській грамоті, якою йому жалувано Нев'янський завод, після чого за родиною

знайшов такого всякому ливарному та кованому залізу примноження, щоб у всякій скруті всій нашій Московській державі різного заліза наробити й без стороннього свейського (шведського. — *Авт.*) заліза можна було обійтися, й старатися, щоб наші люди тій майстерності були навчені, щоб та справа в Московській державі стала міцно». Одночасно з Нев'янським Демидову були передані старі Верхотурські залізні заводи та величезні лісові угіддя (для заготівлі деревного вугілля), а до заводів приписані державні кріпаки двох волостей (2,5 тис. селян) і надані особливі привілеї майже безконтрольного ведення промислів (указ царя застерігав: «воєводі його справу не відати»). Микита Демидов виявився непересічним організатором гірничозаводської справи, хоча уславився вельми жорстоким ставленням до трудового люду. З 1716 до 1725 року він збудував на Уралі чотири металургійні заводи, серед яких особливе місце посів величезний завод у Нижньому Тагілі (будувався у 1722–1725 р.). Уже в 20-х роках XVIII ст. Урал давав щонайменше дві третини металу Росії. Це був переважно «демидовський» метал, хоча поруч працювало й кілька казенних заводів.

Пошуки й розробка руд, будування заводів, плавлення металів потребували кваліфікованих спеціалістів гірничої справи. Це були здебільшого іноземці на російській службі. Відкриття багатих мідних і залізних руд було здійснено Л. Нейтером, Й. Блієром, А. Вініусом, спорудження домен «за заморським зразком» вели англійці Р. Жартон і В. Панкурст; керували казенними заводами той же А. Вініус і Г. В. де Геннін.

У 1712 році саксонський бергмайстер Йоганн Блієр [107], який «у різні губернії внутрішні й у Сибір для пошуку рудного був не-

---

Антуф'євих закріпилося прізвище Демидових. У XIX ст. вони відійшли від підприємницької діяльності й, купивши в Італії титул князів Сан-Донато, влилися до європейської аристократії, а інша гілка багатого роду поріднилася з князями Лопухіними.

[107] Йоганн Фрідріх Блієр (в окремих джерелах — Блюєр) був прийнятий на російську службу в Приказ рудокопних справ у 1700 році. Численні успіхи Блієра у пошуках рудних скарбів Уралу дали нагоду академікові

одноразово посланий і найкраще інших пізнав, яка багата Росія на різні метали й руди», подав царю меморандум про організацію особливої колегії для керівництва гірничою промисловістю (недостатньо ефективний Приказ рудокопних справ було ліквідовано 1711 року, а гірництво передано в управління сенату й губернаторам). Протягом кількох років його ідея не мала підтримки, а залишені на розсуд місцевого начальства казенні гірничі заводи почали занепадати. Деякі уральські воєводи й коменданти містечок загалом прагнули під приводом вичерпання руд ліквідувати заводи, щоб позбавити себе клопіткої відповідальності за справу, на якій вони не розумілися.

У грудні 1719 року за європейським зразком була заснована Берг-колегія — керівний орган рудної та металургійної промисловості, який передбачав колегіальне вирішення питань (звідси й «колегія»), чітко визначене коло чиновних обов'язків, обґрунтований штат спеціалістів, суми винагород тощо. Указ Петра I значною мірою ґрунтувався на меморандумі Й. Блієра. Президентом Берг-колегії був призначений один із найближчих сподвижників царя Яків Брюс (нащадок давнього шотландського королівського роду, граф, генерал-фельдмаршал, видатний інженер, творець тогочасної російської артилерії, власник найбільшої у Росії приватної бібліотеки, переданої згодом Імператорській Академії наук, а в суспільній опінії — чорнокнижник, алхімік і астролог). Вельми показовим був перший керівний склад Берг-колегії, який наочно свідчив про брак вітчизняних гірничих фахівців: Яків Брюс (президент), Йоганн де Люберас (віце-президент), радники Йоганн Шлаттер, Вінцент Райзер, Яків Делейєс. Тенденція залучення західних спеціалістів зберігалася впродовж тривалого часу. Один із найавторитетніших хронологів уральського життя, письменник Д. Мамін-Сибіряк в історичному нарисі «Місто Єкатеринбург»

І. Ф. Герману назвати його «справжнім винуватцем рудокопної справи на Уральському хребті». Велике значення мала діяльність Блієра з контрактації гірничих майстрів із Саксонії для роботи на Уралі.

зазначав, що «більшість гірничих людей були іноземці, які принесли сюди початки суспільного життя».

Для організації системної роботи в гірничо-металургійні центри країни Берг-колегія відряджала уповноважених чиновників, наділяючи їх особливими правами й фінансовими ресурсами. На Урал вирушили бергмайстер Йоганн Блієр і довірена особа Я. Брюса капітан-поручник артилерії Василь Татищев. Спершу роль капітана-поручника зводилася лише до допомоги Блієру в організаційних, господарчих та фінансових питаннях, але згодом саксонський майстер повністю зосередився на пошуках руд і технічній організації заводської справи, а Татищев утворив на Уктуському заводі Гірничу канцелярію (Сибірський обер-бергамт) і, за рішенням Берг-колегії, очолив управління казенними заводами Уралу.

Енергійна діяльність В. Татищева протягом 1720–1722 рр. привела до помітної реорганізації й технічного поступу металургійного виробництва. Він розпочав спорудження заводу на річці Ісеть і заклав поблизу місто Єкатеринінськ (майбутній Єкатеринбург) [108], а також мідний завод поблизу села Єгошихи, поклавши початок місту Перм. Убачаючи в монополії Демидових загрозу для успішного розвитку казенних заводів, Татищев викривав зловживання Микити Демидова й уживав заходів задля приборкання його промислових «апетитів». Тому Демидов через своїх петербурзьких покровителів домігся звільнення й відкликання Татищева, на якого навіть було заведено тимчасове слідство [109]. Проте

[108] Місто було назване на честь св. Катерини, яку вважали покровителькою гірників. Не випадковим збігом було й те, що ім'я дружини Петра I також було Катерина (майбутня імператриця Катерина I).

[109] Слідство не виявило складу злочину в діях Татищева, але задля об'єктивності слід зазначити, що легендарні статки Демидова навели Татищева на думку про те, що й державні сановники (гірниче керівництво також) могли б збагатитися не гірше приватного промисловця. Татищев розробив проект особливої промислової компанії на незвично пільгових умовах, у якій «дозволено було б гірничим начальникам

його діяльність не минула марно, всевладдя Демидових було певною мірою обмежене зростанням державних заводів, початком підприємницької діяльності інших промисловців: Строганових, Осокіних, Турчанинових, В'яземських тощо.

Новим управителем Уральських казенних заводів було призначено близького соратника Петра I, генерал-майора артилерії Георга Вільгельма де Генніна (уродженця Саксонії). Талановитий інженер, гірник і металург, який ретельно вивчив європейський досвід будування гірничих заводів, протягом дванадцяти років плідно керував промисловістю Уралу й Сибіру, спорудив 9 заводів, збудував столицю гірничого Уралу — місто-завод Єкатеринбург.

Не згадуючи справ свого попередника, де Геннін стверджував: «Зачав я біля річки Ісеті, де місце вишукав найкраще, води достатньо, лісів і руди на багато років, фортецю й завод». На будівництві заводу були задіяні солдати навколишніх гарнізонів, селяни-кріпаки ближніх губерній, а також вільнонаймані поселенці, здебільшого старовіри, які тяглися на Урал, уникаючи державних і церковних утисків. Пуск заводу, який відбувся в листопаді 1723 року, вважається датою заснування Єкатеринбурга. У 1734 році управління гірничими заводами Уралу знов було доручено Василеві Татищеву, на той час генерал-бергмайстеру. Під його орудою кількість казенних заводів збільшилася до 40, а стан їх значно поліпшився. Було розвідано нові багаті родовища залізних і мідних руд, розроблено амбітні плани спорудження ще 36 заводів. Єкатеринбург перетворився на справжню столицю промислового Уралу, причому в 1735 році тут було відкрито монетний двір. Цікаво, що

участь брати». Передбачалося приписати до майбутніх заводів кріпаків, звільнити компанію від сплати будь-якого казенного мита, надати їй грошову допомогу, безвідсоткові позики тощо. У цьому Татищев посилався нібито на досвід Саксонії. Петро I, вислухавши в сенаті доповідну записку Татищева, відмовив трьома словами: «Саксонський манір відставити» (фраза стала крилатою, означаючи «казенні лиходійства припинити»).

в Єкатеринбурзі не було городничого, управління містом передавалося головному гірничому начальникові.

Татищев і Геннін по праву вважаються фундаторами міста. Показово, що вони уславилися також на науковій ниві — Геннін уклав перший у Росії ґрунтовний довідник з гірництва й металургії «Опис Уральських і Сибірських заводів» (1735 р.), а Татищев був автором першої «Історії Російської» — фундаментальної праці з чотирьох частин (перші публікації здійснено в 1768–1769 рр.), яка стала відправним пунктом для всіх наступних російських істориків (для когось як надійне «першоджерело», для інших — як привід для наукової полеміки). Високий культурний рівень перших організаторів заводської справи Уралу свідчить, що тогочасні гірництво та металургія мали у своїй «орбіті» найбільш освічених і талановитих представників свого часу, людей енциклопедичних знань і світового досвіду.

Цікаві приватизаційні «перетворення» у гірничо-металургійній промисловості Уралу відбулися за часів царювання імператриці Анни Іоанівни, а точніше її фаворита, курляндського герцога Ернста Бірона. Керівником гірничого відомства імперії він призначив саксонського барона Шемберга. «Для інтересу її величності», нібито задля прискорення розвитку приватного підприємництва та збільшення продуктивності уральських заводів, Бірон і Шемберг вирішили передати їх у приватні руки (указ 1738 року). Як слушно зауважив із цього приводу Д. Мамін-Сибіряк, «випередити промислові дива Америки» у Росії не вийшло. Приватизація відбулася таємно, бюрократично і «для своїх». «Шемберг перший захопив у свої саксонські руки всі Гороблагодатські заводи та Лапландські рудники, приписав до них ще 3000 селян, забрав казенну позику 50 000 карбованців, прихопив по дорозі — ні за що ні про що — 570 000 пудів казенного заліза, утримував усю заводську адміністрацію (вже свого заводу. — *Авт.*) за казенний кошт — просто кажучи, німець розгорнувся» (Д. Мамін-Сибіряк). Не відставали від Шемберга у справі привласнення заводів і імперські сановники — графи Шувалови, Воронцови,

Чернишови та ін. Із сорока діючих заводів за кілька років «приватизації» у держави залишилося (і то якимсь дивом) лише два — Єкатеринбурзький і Кам'янський. Виділені для розвитку заводів казенні кошти також осіли в кишенях нових власників, не дійшовши до підприємств. З часом заводи занепали, і їх викупили майже за безцінь у сановних вельмож уральські відкупники Турчанинов, Яковлев та ін.

Надалі поруч із приватними гірничо-металургійними підприємствами, серед яких виокремлювалися заводи Демидових, будувалися та діяли казенні, а державна гірнича адміністрація контролювала заводи всіх форм власності. На початок XIX ст. на Уралі діяло 140 металургійних заводів . Деякі з них мали високоефективні домни, які своїми розмірами та продуктивністю не поступалися кращим європейським зразкам. Серед уральських залізоробних заводів особливо вирізнялися Нижньотагільський і Златоустівський.

Технічні досягнення заводів у Нижньому Тагілі значною мірою пов'язані з ім'ям талановитого уральського механіка-самоука Єгора Кузнецова (фактично головного інженера й заводського винахідника другої половини XVIII ст.). Його розробки прокатних станів для виробництва чотиригранного й листового заліза успішно конкурували з тогочасними європейськими досягненнями, а ідея безперервного стана набагато випередила свій час. Нижньотагільському заводові належали рекорди з будівництва найбільших для свого часу доменних печей із продуктивністю 150–300 тис. пудів чавуну на рік. Не випадково саме в Нижньому Тагілі механіками Черепановими (кріпаками Демидових) були збудовані (1833–1834) перший у Росії паротяг і залізниця довжиною 3,5 км.

Потужний центр гірничо-металургійного виробництва Златоуст (110 км західніше Челябінська) почав формуватися в 1754 році. Багаті місцеві руди бурих залізняків дозволили закласти тут залізоробний завод, названий на честь славетного християнського проповідника Івана Златоуста. 1814 року тут було збудовано зброярню, яка спеціалізувалася на виробництві холодної (білої) зброї, в тому числі парадної, мистецьки прикрашеної.

Протягом 1824–1847 рр. металургійним заводом і фабрикою зброї управляв знаменитий російський гірничий інженер і металург Павло Аносов, який організував виробництво високоякісної литої сталі та булатів, секрети яких він (у нові часи) розкрив першим. Славетний англійський геолог Р. Мурчісон, який відвідав Златоуст у 1840 році, писав: «Златоустівський завод назвати можна Шеффілдом або Бірмінгемом хребта Уральського; розташована тут фабрика холодної зброї стоїть на високому рівні досконалості, загалом завод прегарно облаштований щодо побуту його мешканців, становить одну з блискучих місцевостей Російської імперії... Доволі сумнівно, чи знайдеться хоча б одна фабрика в цілому світі, яка б витримала змагання із Златоустівською у виробленні зброї...»

Величезне значення для розвитку заводської справи Уралу мали потужні родовища магнітного залізняку, серед яких особливо виділялися Гора Висока, Гора Благодать і Гора Магнітна. Одним із найбільш відомих рудників Росії, значення якого можна порівняти з австрійським Ерцбергом, була Гора Висока поблизу Нижнього Тагіла. Розробка цього непересічного родовища, яке давало в окремі роки до 50 % російського заліза, закарбувалася в уральських «бувальщинах», класичній літературі, на полотнах і світлинах старих майстрів. Поклади Гори Високої були відкриті в 1696 році (про що сповіщав царя воєвода Д. Протасьєв) і досліджені на місці думним дяком А. Вініусом, який писав Петрові І: «Я віднайшов дуже добру руду з магніту залізного, якої краще бути не може, і в усьому всесвіті не бувало, щоб з магніту залізо виплавляти, притому руда така багата й м'яка, що можна гармати й мозжери (мортири. — *Авт.*) плавити».

На той час на Уралі не було майстрів, які б володіли технологією плавлення магнітного залізняку, тому розробку цих руд відклали на майбутнє. Перші вдалі спроби освоєння руд Гори Високої розпочалися в 1721 році, а промислове використання руд — на Нижньотагільському заводі Микити Демидова — в 1725-му. Поклади магнітного залізняку Гори Високої утворилися шляхом виділення заліза з магми, що увігналася в масив гірських порід, і мали пластоподібний

характер, причому товщина пластів сягала 12 м. Гора не зовсім відповідала своїй назві, оскільки її висота над рівнем заводської загати не перевищувала 80 м. Утім, на думку Д. Маміна-Сибіряка: «Навряд чи знайдеться якийсь інший куточок на земній кулі, де б на такому дуже обмеженому просторі природа з істинно шаленою щедрістю розсипала свої дари». Високогірний рудник експлуатувався понад 150 років, забезпечуючи якісною рудою металургійні заводи Уралу, які виплавляли такий «добрий» і «м'який» метал, що його порівнювали із соболиним хутром. Під маркою «Старий соболь» він був широко відомий у Європі (заводське клеймо зображало маленького звірка — соболя, який біжить).

У 1735 році мансі Степан Чумпін виявив поблизу однієї з гір Середнього Уралу на узбережжі річки Кушви (притоки Тури) уламки магнітного залізняку й показав їх гірничому спеціалістові І. Ярцеву. Той зацікавився рудою й, передбачаючи відкриття значного родовища, поквапився із повідомленням у Єкатеринбург. «Хазяїн» Уралу Акинфій Демидов, довідавшись про цю знахідку, не гаючи часу вислав навздогін Ярцеву і Чумпіну переслідувачів, але перехопити рудознавців не вдалося. Вони зуміли подати заявку на відкриття надзвичайно багатого родовища залізних руд — Гори Благодать, що на 40 км північніше Гори Високої. У той самий день заявку подав і А. Демидов, який обіцяв у майбутньому збудувати тут завод. Закріплення цього родовища за державою, спорудження тут казенного рудника та заводу сталося завдяки присутності в той час на Уралі генерал-бергмайстера В. Татищева, який ревно охороняв державні інтереси й відважно протистояв Демидовим. У листі до імператриці Анни Іоанівни він писав: «Гора та є такою високою, що з неї можна бачити навколо верст на 100 і більше. Руди в тій горі не тільки назовні, що з гори вгору стовпами стирчить, але й навкруги в довжину більше 200 сажень [110] й поперек сажень на 60 розкопували й виявили, що всюди лежить (руда. — *Авт.*) одним каменем, що йде в глибину. Сподіваюсь, що й

[110] Сажень — 2,13 м.

за багато років дна не дійдемо. З такої обставини назвали ми ту гору Благодать, бо такий великий скарб на щастя Вашої Величності благодаттю Божою відкрився».

Після виявлення справжніх запасів родовища (поклади магнітного залізняку сягали в деяких місцях товщини до 200 м) було ухвалено допустити до його розробки не тільки казенні, але й приватні підприємства: «руду видобувати слід з відведенням кожному своєї частки, яка кому з урахуванням збудованих домен буде визначена, і видобувати всякому у своїй шахті й своїми робітниками, не пошкоджуючи інших копалень». Гірнича канцелярія видала першовідкривачам родовища щедру винагороду, але незабаром С. Чумпін загинув за загадкових обставин (згорів живцем на горі Благодать). Поголос приписував це злодійство Демидовим як помсту, а найперше — науку іншим: не варто переходити дорогу до підземних скарбів справжнім хазяям Уралу.

Наприкінці XVIII ст. купцем Твердишевим і його компаньйоном М'ясниковим була подана заявка в Оренбурзьку губернську канцелярію про відкриття ними родовища магнітного залізняку — Гори Магнітної. Ймовірно, на залізну руду тут натрапляли й раніше, оскільки поруч (за 5 км) розташовувалася заснована ще в першій половині XVIII ст. фортеця Орської дистанції поштового тракту, яка мала ту ж саму назву «Магнітна». Вершини гори Магнітної — Атач, Березова, Дальня, Узянська — височіють над степовою рівниною на 213 м. Руди родовища залягають на пологих схилах гори або поблизу її вершин і є відслоненням розмитих виходів магматичних порід. Товщина покладів суцільної руди — у межах 5–15 м, а на вершині Узянській сягала 40 м; середній уміст заліза — 55 %. У XVIII–XIX ст. була використана лише незначна частина родовища для потреб Білоріцького й Узянського заводів. Лише в 30-х роках XX ст. тут було збудовано завод-гігант (уславлений Магнітогорський металургійний комбінат), який повністю забезпечували рудою з Гори Магнітної.

Крім вищеназваних величезних родовищ, на Уралі було відкрито десятки інших покладів залізних руд, серед яких

виділялися також дуже потужні: Ауербахівське на правому березі річки Тур'ї (магнетитові руди та продукти їх вивітрювання — червоний і бурий залізняки), гори Троїцька та Осамська на західному схилі Уралу над річкою Косьва (магнітний залізняк), південноуральські родовища легкоплавких шпатових залізняків (гори Буландиха, Шуйда, Іркускан) та багато інших. Дивовижні природні багатства краю — високоякісні залізні й мідні руди, величезні лісові масиви (дешеве деревне вугілля), численні річки (зручні транспортні артерії) створювали всі необхідні умови для формування потужного гірничо-металургійного центру, який міг стати локомотивом модернізації Росії на шляху від аграрної до індустріальної країни. На жаль, військово-феодальний характер організації праці, недостатня розвиненість ринкових механізмів, бюрократична система управління імперією гальмували широке впровадження науково-технічних інновацій, промислові та суспільні перетворення.

Праця й побут на уральських заводах вражали своїми жорстокими формами. Наведемо кілька цитат, що характеризують умови життя трудового люду:

«Урал зазнав найгіршої форми кріпацтва, а саме приписаних до заводів селян. На казенних заводах, центром яких слугував Єкатеринбург, панувала каторжна праця. Весь Урал, таким чином, перебував нібито у стані облоги, і кожна душа, що вільно чи невільно долучалася до гірничої справи, підлягала військовому гірничому режиму. Загалом гірництво проваджувалось найжорстокішим чином, як свого роду єгипетські роботи» (Д. Мамін-Сибіряк).

«На заводі люди роками харчуються хлібом і водою, не маючи гарячої їжі, м'яса. За тяжку працю протягом десяти, дванадцяти та п'ятнадцяти годин робітники отримують, крім хліба та води, три копійки сріблом. На рудникові роботи посилаються діти й старі до шістдесяти років — повністю скалічені, сліпі, кульгаві» (ад'ютант царя Олександра I князь П. М. Волконський).

«За Єкатеринбургом усі хати видаються чорними або дуже старими...» (О. Радищев).

«Урал озброїв Пугачова й дав йому найбільш стійких бійців — соратників» (В. Короленко).

«Кожен день свист шпіцрутенів, різок, крики жертв, волання їхніх жінок і дітей лунали на заводах. Це було якесь царство нескінченних жахів. Не було спини, не смугованої різками, не було людини, якої б не торкнулися руки начальства. Ні дівоча цнота, ні особиста гідність, ні заслуги, ні безмірна праця, ні сумлінне виконання своїх обов'язків — не значили нічого. Сваволя панувала всюди...

Заводський люд вищою мірою здібний і допитливий. Важко сказати, що б вийшло з нього в інших умовах! На заводах зустрічаєш чудових механіків, що працюють біля машини без будь-яких наукових знань. Вони винаходять нові прилади, спрощують старі. За загальною думкою спеціалістів, наші майстри, що розпочали своє виховання біля кричних печей, іноді брали гору над німцями-механіками й завжди виявлялися більш здібні... Ми здивовані, як за таких неможливих обставин уральці ще не виродилися, що то за вражаюча витривалість в умовах цих злиднів, що переходять з покоління в покоління, за цього голоду, за цих умов праці, нібито спеціально створених для того, щоб урешті-решт із розумних і енергійних трударів зробити безсилих і апатичних до всього» (В. Немирович-Данченко).

Скасування кріпосного права в 1861 році спричинило згортання казенної гірничої справи, оскільки за вільнонайманої праці колишні каторжні форми організації виробництва унеможливились, а інших дармових форм ще не було [111]. Це призвело до тимчасового спаду виробництва залізоробних заводів і поступового переходу їх у приватні, «більш умілі руки». Процеси становлення нових форм господарювання відбувалися важко, оскільки зберігались гострі суперечності між напівфеодальною системою управління, приватними промисловцями й робітниками. Це посилювало відставання уральських заводів від технічних досягнень свого ча-

[111] Вони з'явилися пізніше (в 30-ті роки XX ст.) у системі радянських ГУЛАГів.

су, що характеризувалося дуже пізнім упровадженням парових машин і ставкою на деревне вугілля (завдяки цьому наприкінці XIX ст. продуктивність уральських домен була в три і більше разів нижчою порівняно з донбаськими, які працювали на кам'яновугільному коксі). Окремі винаходи, машини та вдалі технічні рішення уральських інженерів і механіків-самоуків залишалися здебільшого поодинокими «курйозами», які не мали широкого впровадження на рудниках і заводах.

6.2. Технічний прогрес як рушій промислової революції

Великий Фултон! І великий Ватт! Ваше молоде,
не щоднини, а щогодини зростаюче дитя
невдовзі поглине батоги, престоли і корони...

Т. Шевченко «Щоденник»

Використання енергії пари

На системні перетворення в промисловості XVIII–XIX ст. безпосередньо впливали революційні винаходи у теплотехніці, гірничо-металургійній справі, транспорті, машинобудуванні, які привели до динамічних процесів технічного поступу й сформували нові масштабні потреби корисних копалин, зокрема кам'яного вугілля й залізної руди.

Одним із головних чинників, що зумовив суттєві зміни в більшості галузей промисловості, був винахід парової машини та використання парової енергії замість традиційної м'язової сили людини й тварин, енергії вітру та водного потоку. Ідеї парових машин відомі з часів античності (Герон Александрійський, Архімед). Зберігся опис давньої парової машини, зроблений Леонардо да Вінчі, проте можливість її практичного застосування залишалася сумнівною. Значним кроком на шляху створення парового двигуна були дослідження французького фізика Дені Папена, який зрозумів і об'єктивно оцінив енергетичний потенціал водяної пари, першим правильно описав пароатмосферний цикл (1690 р.), запропонував схему парового котла із запобіжним клапаном, але як технік не зумів реалізувати їх у конструкції машини.

Перша парова машина була створена в 1698 році англійським винахідником Томасом Севері, який на той час був управителем на шахті в Корнуолі. Опис машини Т. Севері подав у своїй книзі «Друг шахтаря, або Двигун для піднімання води вогнем» (1702 р.). Це був паровий насос для відкачування шахтних вод,

у якому пара, необхідна для роботи насоса, утворювалась в окремому котлі, а вода піднімалася всмоктувальною трубою в насосний резервуар (у ньому утворювався знижений тиск під час зовнішнього охолодження), звідки парою витискувалась у стічний жолоб. Хоча насос Севері мав серйозні недоліки, як-от низька потужність, переривчастий режим роботи, велика енергоємність («з'їдав» багато палива), він відразу дістав практичне застосування на копальнях Англії, оскільки проблема шахтних водопритоків на той час не була розв'язана. Варто підкреслити, що перша парова машина («Друг шахтаря») була створена для гірничих потреб і впроваджена в шахтах на вісім десятиріч раніше, ніж з'явилася в інших галузях промисловості, причому подальший розвиток теплотехніки тривалий час був також пов'язаний із шахтним водовідливом і вентиляцією.

Наступний крок на шляху вдосконалення шахтних парових машин зробив англійський винахідник (коваль за професією) Томас Ньюкомен. Його пароатмосферна машина для помпування шахтних вод (1712 р.), крім парового агрегата, мала окремий циліндр, усередині якого рухався поршень. Вона забезпечувала підіймання води з глибини 80 м, що задовольняло значну кількість копалень, а в більш глибоких шахтах машини розташовували на різних горизонтах одна над одною. У XVIII ст. машини Ньюкомена широко застосовувались на шахтах Англії, Франції, Центральної Європи. У 1722 році шість таких машин встановили на рудниках Банської Штявниці (Словаччина), яка була одним із лідерів технічного оснащення шахт у Європі.

Першу «вогнедіючу машину» в Росії сконструював і збудував шихтмейстер Барнаульського мідеплавильного заводу Іван Ползунов (1765 р.). У ній було застосовано два робочих циліндри і призначалася вона для вдування повітря в плавильну піч. На жаль, упроваджена вже після смерті винахідника, машина працювала менше двох місяців (у котлі виникла теча) і, незважаючи на високу ефективність, була демонтована й забута. Мрія Ползунова про те, «щоб уживання подібних речей у звичай

ввести», відклалася на кілька десятиліть і почала впроваджуватися в Російській імперії вже під наглядом іноземних інженерів (Карл Гаскойн і його команда).

Перша парова машина на території України була споруджена 1797 року на вугільній шахті в Лисичому Байраку (м. Лисичанськ Луганської обл.) під керівництвом англійського інженера Г. Шерифа. Серед недоліків пароатмосферних машин, які стримували їх швидке поширення, треба назвати громіздкість і паливну «ненажерливість», що підкреслено відомим жартівливим висловом: «Для виготовлення такої машини потрібно мати залізний рудник, а для експлуатації — вугільну шахту».

Значного прогресу у використанні парової енергії було досягнуто завдяки винайденню універсального парового двигуна (1784 р.) шотландським дослідником Джеймсом Ваттом. Робота над створенням двигуна розпочалася ще в 1764 році, коли професор Дж. Андерсен звернувся до майстра з виробництва точних інструментів Дж. Ватта (обидва працювали в університеті Глазго) з дорученням полагодити діючий макет парової машини Ньюкомена. Докладно вивчаючи цю машину, майстер дійшов висновку про великі непродуктивні витрати пари і, відповідно, палива на її утворення. Задля вдосконалення конструкції машини Ватт після різноманітних дослідів запропонував конденсувати пару в окремому резервуарі — конденсаторі, що сполучався з робочим циліндром (патент 1769 р.).

Щасливою подією була пропозиція провідного промисловця Британії Метью Болтона, якого вважають одним із «батьків» англійської промислової революції, запросити Ватта на посаду головного механіка машинобудівного заводу в Сохо поблизу Бірмінгема й надати широкі можливості для створення й удосконалення парових машин. Переваги нових машин Ватта, у яких на чверть були скорочені витрати палива, дозволили у стислі терміни витіснити машини Ньюкомена на гірничих підприємствах Британії. Так, тільки для мідних рудників Корнваліса на заводі в Сохо було виготовлено 20 машин.

Незважаючи на помітні технічні успіхи в конструкції парової машини, вона, як і раніше, могла використовуватися лише для викачування води чи нагнітання повітря, тобто як насос. Розуміючи величезний потенціал використання парової енергії не тільки в гірництві, але й у інших галузях, Ватт працює над створенням універсальної машини, яка б мала вал з насадженим на нього колесом, що могло б безперервно обертатися й передавати роботу іншим органам. Це завдання Ватт виконав блискуче. На відміну від інших машин, у новій конструкції було використано принцип подвійної дії, тобто пара поперемінно діяла то на один, то на інший бік поршня. Для подавання пари в різні порожнини робочого циліндра було застосовано спеціальний золотник, а вирівнювання обертального руху забезпечувалося маховим колесом. Для переведення коливального руху поршня в безперервний винахідник запропонував спеціальний механізм (т. зв. паралелограм Ватта), а також кілька способів перетворення прямолінійного руху на обертовий.

У середині 80-х років XVIII ст. конструювання універсальної парової машини (двигуна) подвійної дії було завершене, що вможливило ефективне використання енергії пари майже в усіх галузях господарства. Досить швидко машини Ватта впроваджуються на текстильних фабриках, ще більш широко — на гірничих підприємствах, на металургійних і машинобудівних заводах, особливо після винайдення парового молота. Але найбільш масове застосування парових машин пов'язане з винаходом рейкового та водного парового транспорту.

Думка про використання енергії пари для потреб транспорту з'явилася ще в XVIII ст. Уже тоді було створено кілька парових возиків (конструкції Ніколя Коньйо, Вільяма Мердока, Йосипа Божека), які, хоча й довели можливість самостійного руху, але через численні недоліки не мали практичного використання (загалом проблема створення ефективного парового автомобіля ніколи не була розв'язана). Велику перспективу дістав інший спосіб транспортного застосування парової машини — рейковий паротяг. Слід зазначити, що дерев'яні рейки широко застосовували на шахтному транспорті

ще з часів Середньовіччя. Доведено, що людина або кінь на колісно-рейковому ходу може переміщати вантаж в декілька разів важчий, ніж на колісному, оскільки опір руху рейками значно нижчий [112]. Перші чавунні рейки з'явилися на шахтах і рудниках Англії наприкінці 60-х років XVIII ст. У 1786 році ірландець Р. Еджворт запропонував об'єднувати окремі ящики на колесах, у яких здійснювали транспортування корисних копалин, у цілі поїзди й розробив більш зручні типи вагонеток. Кінна відкатка отримала велике поширення в копальнях, а в Англії для гірничих виробок застосовували спеціальну породу низькорослих коней — поні. Не випадково ідея й конструкції перших рейкових паротягів були розроблені саме гірничими інженерами-механіками Річардом Тревітіком і Джорджем Стефенсоном [113] як заміна коня машиною.

Шотландський інженер Р. Тревітік працював на олов'яних рудниках Корнуола, де парові машини застосовувалися для водовідливу. Він їх суттєво вдосконалив, утворивши відносно легку й потужну машину високого тиску (1802 р.). Йому належить ідея застосування паротяга на рейковій колії і перша його конструкція (1803 р.), яка була успішно випробувана в 1804 році. Удосконалений паротяг Тревітіка тягнув п'ять вагонеток загальною вагою 25 т, що відкривало нові можливості для транспортування вугілля. Слабким місцем були крихкі чавунні рейки, які часом не витримували великої ваги й руйнувалися (інженер Ніксон тільки розпочав дослідження рейок із кованого заліза, але їх стале виробництво розпочалося з 1820 року). За три роки наполегливої праці над поліпшенням транспортного агрегата й залізничної колії Тревітік збудував першу дослідну кільцеву колію в Лондоні, яка популяризувала винахід і доводила можливість його широкого застосування. На жаль, світ ще

---

[112] Кінь міг везти рейками вантаж в 3,5 разу більший, ніж гранітною бруківкою, й у 5 разів більший, ніж ґрунтовою дорогою.

[113] Більш точно це прізвище мало б звучати й писатися як Стівенсон, але ми залишаємо усталене в українських та російських джерелах написання — Стефенсон.

не ладен був сприйняти цю технічну новацію, виходячи не тільки з економічних, а й з психологічних і навіть релігійних пересторог. Чого варті численні англійські карикатури парового транспорту перших десятиліть XIX ст.! Уклавши всі заощадження у свій паротяг і не знайшовши зацікавленості й фінансової підтримки підприємців, Тревітік виїхав у Перу, де впроваджував свою парову машину на численних поліметалічних рудниках. Користь від його революційних винаходів у транспортній галузі мали інші (над створенням паротяга розпочали роботу інженери Бленкінсон, Меррей, брати Чемпей, Брентон, Хедлі та ін.).

Найуспішнішим продовжувачем справи Тревітіка був з діда-прадіда шахтар Дж. Стефенсон. Ще з дитинства він працював погоничем коней на шахтній колії, що транспортувала у вагонетках вугілля на кілька миль. Пізніше на копальні Дьюлі замірював уміст газу (ця проблема стане стимулом для винайдення безпечного шахтного світильника, який Стефенсон створив у 1815 році, майже одночасно з Г. Деві). Надалі Стефенсон обслуговував шахтні парові машини, а 1812 року став головним механіком Кіллінгвортських вугільних копалень. Щоб полегшити доставку вугілля на шахтну поверхню, розробив спеціальну парову машину-лебідку, яка за допомогою каната тягнула вагонетки похилим стовбуром. У 1814 році Стефенсон спроектував і успішно випробував свій перший паротяг «Блюхер», призначений для транспортування вугілля рудниковою рейковою колією. Уперше для створення тягового зусилля було використано силу тертя між колесами з ребордами й металевими рейками. Паротяг міг везти поїзд вагою 30 т, причому рухався безперервно.

За наступні п'ять років Стефенсон збудував ще 16 машин, удосконалюючи ті чи інші механізми, був ініціатором заміни литих чавунних рейок на ковані сталеві. У 1819–1822 рр. він керував будівництвом 13-кілометрової залізничної гілки між вугільною шахтою Хеттона та Сандерлендом (це був перший протяжний шлях, де вдалося відмовитися від м'язової сили коней на користь механічної тяги). Стефенсон зумів переконати власників вугільних

шахт, щоб ті збудували залізницю між Дарлінгтоном і Стоктоном (61 км), яку обслуговували його машини (у відкритих змаганнях вони значно випередили паротяги інших винахідників).

27 вересня 1825 року залізниця відкрилася для публіки (ця дата вважається днем народження залізничного транспорту). Очевидець згадував: «У призначений час процесія рушила. У голові потяга їхав паротяг, який управлявся його творцем — Стефенсоном; за паротягом рухалися шість вагонів із вугіллям і борошном; услід за ними — вагон із дирекцією та власниками залізниці; потім двадцять вугільних вагонів, пристосованих для пасажирів і вщент заповнених ними... Обабіч залізниці — величезний людський натовп; багато хто біг за потягом, інші скакали на конях верхи... Стефенсон збільшив швидкість до 15 миль за годину. Коли потяг прибув у Дарлінгтон, виявилося, що у вагонах було 450 пасажирів і що вага потяга була дев'яносто тонн».

Таким чином, гірництво не тільки було осередком упровадження перших парових машин для водовідливу й вентиляції, але й галуззю, в якій народився залізничний паровий транспорт, причому перший паротяг Стефенсона буквально «вийшов із шахти». Цікаво, що перші пасажирські вагони міжміської залізниці Дарлінгтон — Стоктон були переобладнані з вугільних вагонів. Це свідчить про те, що гірництво було одним із найважливіших чинників технічного прогресу, де вирішувалися найскладніші інженерні завдання й закладалися підвалини промислового поступу.

Зауважимо, що перша міжміська залізниця в Росії (шоста у світі) була збудована між Санкт-Петербургом і Царським Селом у 1837 році під керівництвом професора Віденської політехніки Франца Герстнера [114]. Російські паротяги конструкції батька

[114] Франц Герстнер отримав у 1824 році від австрійського імператора Франца II концесію на будівництво залізниці між Чеськими-Будейовицями та Маутхаузеном (залізниця була збудована в 1832-му). Його запрошували в Росію для огляду гірничих підприємств. Розробив проект будівництва системи залізниць на теренах Росії та України,

та сина Черепанових (Нижньотагільський завод, 1834 р.) не були використані для розвитку залізничного транспорту імперії, замість них імпортувалися здебільшого англійські машини. Перші міжміські залізниці на землях України: сполученням Перемишль — Львів (1861 р.) — на заході та Одеса — Балта (1865 р.) — на півдні. На розвиток гірничо-металургійних регіонів України — Криворіжжя й Донбасу — вплинуло спорудження в 1884 році Катеринінської залізниці, яка сполучила м. Кривий Ріг із промисловими районами Придніпров'я та Донбасу (поєднала розробки залізної руди та вугілля).

Важко переоцінити роль бурхливого розвитку парового транспорту, як залізничного, так і водного [115], для скорочення часу обігу товарів і капіталів, для військових потреб, для промислового зростання. З'явилися нові, небачені раніше потреби в розробці заліза й вугілля для виробництва залізничних рейок, паротягів, вагонів, морських суден, а також палива для них. Скорочення відстаней і підвищення швидкостей стосувалося не тільки товарів, але й мільйонів людей, це значною мірою змінило їх побут, психологію, напрям думок.

На початок XX ст. парова машина досягла високого ступеня досконалості. За сто років розвитку її потужність підвищилася від 50–100 Н до 200 кН; економічність — від 0,3 до 20 %; тиск пари, що впускається, — від 0,1 до 120 ат; температура пари — від 100 до 400 °С, число обертів вала на хвилину — від 20–30 до 1000 об/хв; питома вага машини знизилася від сотень до 1–2 кг на кожні 10 Н сили; необхідна площа, де розміщалася машина, зменшилася від декількох квадратних метрів до їх сотих часток на кожні 10 Н. ККД досяг 20–25 %.

стверджуючи: «Немає такої країни у світі, де залізниці були б більш корисні та необхідні, ніж у Росії, оскільки вони дозволяють скоротити великі відстані через збільшення швидкості пересування».

[115] Перший пароплав конструкції ірландського інженера Роберта Фултона було випробувано 1803 року.

Роль кам'яного вугілля та коксу

Важливим кроком у розвитку металургії стала заміна деревного вугілля кам'яним, а пізніше — коксом. Початок систематизованого використання кам'яного вугілля в металургії Європи припадає на першу чверть XVII ст., коли англійські лорди Дадлі, власники заводів Ворчестершира, почали застосовувати місцеве кам'яне вугілля для витоплення чавуну [116]. У 1619 році двадцятирічний лорд Дод Дадлі офіційно зареєстрував патент на винахід «Витопленя чавуну на викопному вугіллі». Хоча якість деревного вугілля цілком задовольняла металургів, але призводила до масового знищення лісів (за тогочасних технологій на кожну тонну витопленого металу спалювали близько двох тонн деревного вугілля, вироблення якого потребувало майже вісімнадцяти кубометрів дров). Це призводило до непомірно високої ціни на деревину й стимулювало заміну деревного вугілля викопним.

Новій технології довелося торувати шлях у нелегких умовах. Реакцією на те, що заводи Дадлі зменшили собівартість продукції, стала заздрісна змова інших виробників металу, адже не кожне кам'яне вугілля підходило для плавок і могло бути використане у виробництві (тобто не всі охочі могли ним скористатися без знання «тонкощів» технології). Ще більшу протидію виявили виробники деревного вугілля, промислу яких нова технологія загрожувала повним занепадом. Розгорнулося справжнє цькування винахідника, причому для його знищення опоненти використовували політичну скруту, що склалася напередодні Англійської революції XVII ст. У книжці «Metallum Martis» (1665 р.) Дадлі описав багаторічний досвід використання кам'яного вугілля у доменній

[116] Слід зазначити, що окремі спроби використання кам'яного вугілля в металургії й ковальській справі відомі в Європі з часів пізнього Середньовіччя (Англія, Австрія, Бельгія, Німеччина), але вони не набули системного поширення й сталого розвитку. Найвідомішими центрами раннього вуглевидобутку були Льєж (Бельгія) та Ньюкасл (Англія).

плавці. Це видання привернуло широку увагу металургів до нового способу, запропонованого автором.

Поряд із людським фактором поширенню кам'яного вугілля в металургії заважала наявна в ньому сірка. Вона негативно впливала на якість витоплення. Отже, перед тим, як руда «зустрінеться» з вугіллям у домниці, треба було видалити сірку. Розв'язати цю проблему заходилися власники заводів у Колбрукдейлі — батько й син Дербі (Абрахам Дербі-старший і Абрахам Дербі-молодший), а також їхній приятель і колега Дж. Томас. Готуючи якісне паливо (кокс), гори кам'яного вугілля спалювали без доступу повітря (за аналогією з виробництвом деревного вугілля). У 1713 році вперше в доменній плавці використали вироблений у такий спосіб кокс як домішку до деревного вугілля. Справжнього успіху домоглися не відразу: тривалі дослідження завершились тільки 1735 року, коли якість чавуну, витопленого на кам'яновугільному коксі, сягнула бажаного рівня [117]. Хоча деревне вугілля й забезпечувало високу якість витоплення металу, одначе коксове паливо вможливлювало суттєве збільшення продуктивності доменних печей, що з часом стало помітною перевагою коксової металургії.

Перші коксові печі споруджували з двох мурів висотою до 1,5 м, між якими засипали вугілля й укривали його зверху та з боків шаром землі, після чого вугілля підпалювали. Процес коксування тривав 8–10 діб. Заводи Дербі в Колбрукдейлі, де вперше було запроваджено технологію витоплення чавуну на кам'яновугільному коксі, а пізніше й метод пудлінгування, на довгі часи стали символом прогресу в металургії заліза. Потреба кам'яного вугілля як нового палива-відновлювача для витоплення металу спричинила його перші масштабні розробки, які великою мірою сприяли

[117] Слід зазначити, що в 1640 році (значно раніше за Дербі) процес коксування кам'яного вугілля опанував німецький дослідник Даниїл Штумпфель, але майже століття цей винахід залишався не затребуваним. Умови для впровадження коксової технології виникли в Англії дещо раніше, ніж у Німеччині.

становленню вугільної промисловості. Таким чином, бурхливий розвиток вугледобувної галузі був пов'язаний як із використанням енергії вугілля для забезпечення роботи парових машин, так і з розвитком чорної металургії.

В Україні перший якісний кам'яновугільний кокс уперше було вироблено в 1799 році, набагато раніше, ніж у багатьох інших країнах Європи. Це сталося на вугільній копальні в Лисичому Байраку, яка задовольняла потреби Луганського ливарного заводу. Обсяг першої партії коксу становив 19 тис. пудів. Роботи проводились під керівництвом шотландських інженерів К. Гаскойна та А. Сміта.

Зростання попиту на вугілля сприяло широким геологічним пошукам, які виявили на території Європи системи потужних вугільних родовищ (басейнів). Серед найбільших кам'яновугільних басейнів, промислова розробка яких розпочалась у XVIII–XIX ст., виокремлюють Центральну Англію, Південний Уельс, Шотландію та Ньюкасл (Велика Британія); Вестфальський (Рур) та Саарбрюккенський басейни (Німеччина); родовища Бельгії та Північної Франції; Сент-Етьєну (Франція); Сілезії (Польща); Донецький басейн (Україна).

Спорудження вугільних шахт увібрало в себе багатий досвід попередньої розробки рудних покладів, який був розвинений з урахуванням особливостей ведення гірничих робіт на пластових родовищах. Видобуток вели здебільшого довгими очисними виробками (лавами) між породами покрівлі й підошви вугільного пласта. Завдяки малій товщині пласта працювали переважно в сидячому положенні, що визначило назву виробки (від слова «лавка» — місце для сидіння багатьох людей в лінію або «лава» — спосіб розміщення людей одне біля одного). Основним знаряддям праці вуглекопа на довгі роки стало кайло, а способом транспортування вугілля по лаві — санчата, в які запрягався саночник. Найбільш поширений спосіб видобутку вугілля передбачав створення у вугільному вибої врубової порожнини (щілини) поблизу підошви пласта з наступним руйнуванням і обваленням верхнього шару вугілля. Розробка вугільних родовищ залишалася вкрай небезпечною, оскільки

виділення метану на вугільних шахтах були значно більшими, ніж у руднях, і контакт газоповітряної суміші з вогнем світильника часом спричиняв катастрофічні вибухи. Серед важливих гірничих винаходів слід зазначити безпечну лампу лорда Гемфрі Деві (майбутнього президента Лондонського королівського наукового товариства), що «перемогла рудничний газ» завдяки введенню в конструкцію металевої сітки, певна щільність отворів якої запобігала загорянню газоповітряної суміші. За цей винахід Деві отримав титул баронета, багаті подарунки від власників шахт, а головне — щиру вдячність і повагу багатьох тисяч шахтарів.

В Англії вугільну промисловість називали «Чорна Індія». Славетний французький романіст, фантаст і популяризатор техніки Жуль Верн не обійшов своєю увагою й вугільну шахту, відповідно назвавши свій пригодницький роман. Ось як він пояснює цю назву: «Відомо, що англійці дали своїм численним копальням промовисту назву "Чорна Індія", й ця Індія, можливо ще більше, ніж справжня, сприяла вражаючому збагаченню Об'єднаного королівства. Дійсно, там вдень і вночі працює ціла армія шахтарів, видобуваючи з надр Англії коштовне паливо, без якого не може обходитися сучасна промисловість».

Слід зауважити, що людство завжди було досить консервативним, коли йшлося про зміну основних енергоресурсів. Навколо головних енергоносіїв конкретної епохи формувався складний економічний і соціальний комплекс, особливе цивілізаційне середовище із притаманними йому промисловістю, транспортом, типом житла тощо. Рішуче відмовитися від нього, змінити на щось нове було проблематичним не тільки через технологічні причини, а й через звичку людей до тих чи тих життєвих обставин, а також через здавна усталені шляхи, що ведуть політичні й ділові кола до влади й прибутків. Тому заміна вітряків і водних двигунів паровим котлом на кам'яновугільному паливі, а деревного вугілля — коксом привели не тільки до значного промислового поступу, але й зумовили злам старої системи панування та визиску, сформували її новий устрій.

Удосконалення металургійних технологій

Прогрес вугільного палива здійснювався одночасно з удосконаленням конструкцій металургійних печей — домен. Внутрішня конструкція домни перетворилась на вертикальну видовжену порожнину, висота якої була значно більшою за діаметр поперечного перерізу.

Верхню частину печі вивершував колошник, через який засипали шари руди й палива (деревного вугілля або коксу), а в нижню частину домни вдувалося необхідне для горіння повітря. Газоподібні продукти горіння (оксиди вуглецю) піднімалися назустріч стовпу плавильних матеріалів, віддавали їм своє тепло і вступали в хімічні реакції відновлення заліза. Чавун і шлак — рідкі продукти доменного плавлення — збиралися нижче фурм і розподілялися за питомою вагою. Більш легкий шлак накопичувався над розтопленим чавуном і випускався з печі через особливі пристрої. Щоб запобігти втратам тепла, домну оточували товстим шаром кам'яного муру («кожухом»). Зі збільшенням розмірів печей поступово зменшувалая товщина зовнішнього муру. У Шотландії в першій половині XIX ст. перейшли на металевий кожух, який надалі застосовувався майже повсюдно.

Збільшення об'ємів домен і прискорення часу плавлення були зумовлені ефективністю нових способів подавання повітря в піч, що стало можливим завдяки застосуванню парових машин. Машину Ватта уперше впровадив для доменного виробництва в 1775 році англійський інженер Дж. Вілкінсон. Подальше зростання продуктивності домен пов'язане з підігріванням повітря, яке подається в піч. Перший доменний повітронагрівач було застосовано на шотландському металургійному заводі Клайд (патент Дж. Нілсона, 1828 р.). Експлуатація апарата показала, що підігрівання повітря до 150–300 °С дозволяє значно (до 40 %) знизити витрати палива й разюче підвищити продуктивність печі. Далі почали практикувати повітронагрівачі, що використовували високотемпературні відхідні гази доменної печі (Е. Каупер, 1857 р.).

Прогрес у доменному виробництві привів до різкого збільшення виплавлення чавуну, який почав застосовуватись як новий матеріал для будівельних конструкцій, труб, художнього литва, деталей машин, гармат. Але для задоволення інших потреб виробництва, які з розвитком промислової революції безперервно зростали, були необхідні якісне залізо та сталь. Для отримання заліза була розроблена технологія пудлінгування чавуну, а для виробництва сталі — процеси цементації зварного заліза й тигельного плавлення.

Для збільшення продуктивності виробництва металу та підвищення його якості в другій половині XVIII ст. в Англії було розроблено метод пудлінгування (патенти братів Кранеджі, 1766 р. та Г. Корта, 1784 р.). Метод передбачав перемішування рідкого чавуну зі шлаками в полуменевій печі й забезпечував поєднання вуглецю чавуну з киснем (тобто зменшував уміст вуглецю в металі, наближаючи його до рівня якісного заліза) [118]. Однак продуктивність пудлінгових печей, яка сягала близько 600 т на рік, не відповідала потужності домен (у першій половині XIX ст. продуктивність доменних печей часто перевищувала 30 тис. т чавуну на рік), тобто обсяги чавуну значно переважували металургійні можливості його вторинної переробки. Це призвело до ситуації, коли навколо домни розташовувалися довгі ряди з десятків (іноді із сотень) пудлінгових печей, що гальмувало технологічність процесу отримання заліза. Слід зазначити, що на виході з пудлінгової печі як і раніше отримували не розплавлений метал, а тістоподібну залізну крицю. Удосконалення її ковальської обробки й навіть технологія вальцювання за методом Г. Корта уже не могли забезпечувати

[118] Як зазначалося в розділі 4, уперше ідея перемішування й обдування повітрям розплавленого чавуну відображена в китайському трактаті «Хайнань-цзи» 122 року до Р. Х. У Європі ця ідея з'явилася на новому, більш досконалому й продуктивному рівні, але... майже на два тисячоліття пізніше.

потреб бурхливого поступу промисловості — необхідні були нові технологічні прориви.

Галузь застосування пудлінгованого заліза була обмежена його відносною м'якістю. Для виробів із високою міцністю й пружністю потрібна сталь. Її отримували методом цементації, який передбачав витримування штаб металу разом із деревним вугіллям у спеціальних скринях (що їх розміщували в печах) протягом 7–12 днів за температури 800–1100 °С.

Одночасно в печі могли гартувати до 10 т металу. На жаль, якість такої сталі була неоднакова: поверхневі шари штиби містили значно більшу кількість вуглецю, ніж внутрішні; негативно впливали також шкідливі домішки. Задля забезпечення однаково високої якості сталі використовували тигельне плавлення (винахід Б. Хантсмена, 1740 р.). Штаби цементованої сталі рубали на дрібні кавалки й розтоплювали у замкнених глиняних тиглях (місткістю 35–50 кг), розміщених у горні. Розливанням у чавунні форми різних розмірів отримували губчастий метал, який потребував проковування важким молотом. Тигельна сталь була більш чиста й однорідна за складом, ніж цементована, але тигельний процес не міг бути придатним для створення великих сталеплавильних виробництв, які б відповідали досягнутим масштабам виробництва чавуну.

Цікаво, що протягом тривалого часу ніхто не знав внутрішньої природи, що відрізняла властивості заліза, чавуну та сталі (були відомі лише практичні способи їх виробництва). Перше наукове пояснення технологій перетворення заліза дав французький дослідник Р. Реомюр у 1722 році. «За допомогою ретельно організованих дослідів Реомюру вдалося розкрити професійну таємницю сталеплавильників, яку з давніх часів пильно охороняли, а саме те, що сталь є чавун, у якому міститься не дуже багато й не надто мало вуглецю. Йому поталанило з'ясувати, що сталь можна отримати шляхом одночасного переплавлення чавуну й ковкого заліза. Він опублікував результати своїх досліджень, але... ніхто ними не скористався. Чи то власники металургійних заводів не вміли

читати, чи вважали рекомендації Реомюра нездійсненними» (Дж. Бернал).

Проблема масового виробництва сталі була розв'язана лише в 50-х роках XIX ст. англійським «винахідником широкого профілю» Генрі Бессемером. Розроблений ним артилерійський снаряд потребував більш якісного металу гарматного ствола, і Бессемер на 41-му році життя занурився в проблеми виробництва заліза. Сам винахідник так описував свій творчий метод: «Мої знання в металургії заліза були на той час дуже обмежені й полягали в тому, що за потреби спостерігає інженер у ливарні чи кузні. Але для мене це давало переваги... Я міг цілком безсторонньо вдивлятися в сутність кожного питання, міг за всіма пунктами зважити "за" і "проти" без упередженості й без тиску панівних думок, а в разі необхідності не боявся йти зовсім іншим шляхом».

Вихідним пунктом пошуків Г. Бессемера були досліди Р. Реомюра. Але замість вагранки, де перетоплювалися чавун і шматки заліза, було взято пудлінгову піч. Її модернізація, що дозволила більш інтенсивно подавати струмені повітря на поверхню ванни з рідким металом, підвищила якість заліза, виробленого з чавуну та металевого брухту. Проблема технології була в недостатньо високій температурі в печі, збільшити яку Бессемеру не вдавалося (пізніше це вдасться німецькому інженерові В. Сіменсу, що відкриє шлях сіменс-мартенівській технології). Тому Г. Бессемер пішов принципово іншим шляхом: для повнішого видалення вуглецю з металу розплав чавуну почали продувати стисненим повітрям не з поверхні, а зсередини, крізь метал [119]. Процес перетворення чавуну на сталь відбувався завдяки окисненню вуглецю та домішок

[119] Ідея підвищення якості заліза шляхом продування повітрям розтопленого чавуну (прототип бессемерівського процесу) вперше була писемно зафіксована китайським державним діячем і вченим Шен Куо ще 1075 року під час відвідин ним металургійного району Цижоу. Г. Бессемер, звісно, не знав секретів середньовічної китайської металургії і винайшов цей спосіб самостійно.

(кремнію, марганцю) киснем повітря. Продували спершу в тиглі, а пізніше в розробленому винахідником грушоподібному резервуарі (конверторі), що започаткувало конверторний або бесемерівський спосіб виробництва сталі (патент 1856 р.).

Результати дослідів нової технології відкривали величезні можливості й перспективи, які вбачали в наявності на виході виливної сталі та у змозі регулювати вміст вуглецю в металі, цим задаючи його механічні властивості. Це сприяло разючому підвищенню продуктивності виробництва заліза та сталі. Недарма винахідник парового молота Дж. Несміт, тримаючи в руках шмат першого бессемерівського металу, пророче вигукнув: «Панове, це справжній британський самородок!».

Незважаючи на переваги бессемерівського способу, його широке застосування розпочалося лише через 20 років після винаходу. Це було зумовлено як значним поширенням пудлінгових печей, відмовитися від яких не могли інвестори, що вклали в них великі гроші, так і деякими недоліками нової технології. Найпосутніші з них — неспроможність видалення шкідливих домішок, зокрема фосфору та сірки (що негативно позначалося на якості металу), а також низька стійкість футерівки (захисного внутрішнього облицювання), яка витримувала не більше трьох продувань. Для того, щоб переконати виробників металу у перспективності свого способу, Бессемер разом з однодумцями будують металургійний завод у Шеффілді. За кілька років значно вдосконалюється конструкція конвертера, а додаванням марганцю вирішується проблема підвищення якості сталі.

Не розуміючи хімізму конвертерних процесів, винахідники пояснювали недоліки сталі шкідливим впливом сірки. Насправді ж частина кисню повітряного дуття розчинялася в металі, роблячи його неякісним. Парадоксально те, що якби було справжнє розуміння проблеми, бессемерівський спосіб не мав би жодної перспективи: виробництво сталі не «вибухнуло» б збільшенням у десятки разів, процеси індустріалізації помітно б пригальмувалися. Додаючи марганець, аби нейтралізувати сірку, блокували

розчинення кисню, до кінця не усвідомлюючи важливості цієї реакції. Таким чином Бессемер мимоволі вирішив найбільшу проблему своєї технології. Надалі негаразди з домішками фосфору та з футеруванням були усунені винаходами С. Томаса, який використав як флюс обпалене вапно, а для внутрішнього облицювання конвертора застосував вогнестійкий доломіт. Тривалість бессемерівського процесу становила не більше 15 хв, за які 10–15 т чавуну в конверторі перетворювалися на залізо або сталь. Раніше для отримання такої кількості заліза необхідно було кілька діб роботи пудлінгової печі або два тижні експлуатації старого кричного горна. Завдяки технологіям британських інженерів (передусім винаходам Г. Бессемера) у 70–80-х роках XIX ст. Англія виробляла сталі більше, ніж усі інші країни світу разом узяті.

Бессемерівська сталь, завдяки ефективності виробництва й високій якості, швидко отримала універсальне застосування. Одночасно в металургійній промисловості залишалися численні заводи, що продукували пудлінговане залізо, нереалізовані запаси якого швидко зростали. Виникла гостра потреба переробки великої кількості заліза в сталь. Ідея отримання сталі розплавленням залізного брухту разом із чавуном на черені відбивальної печі вперше була запропонована французькими металургами братами Мартенами. Але здійснити її не вдавалося, оскільки не було можливості отримати температури, необхідні для підтримання значних мас металу в рідкому стані. Після винайдення німецькими інженерами В. та Ф. Сіменсами регенеративної газової печі (спочатку для потреб скляної промисловості) вдалося підвищити температуру пічного простору майже на 1000 °С. Це дозволило П. Мартену розробити технологію окиснювального плавлення залізовмісних матеріалів у полуменевій печі (1864 р.). Мартенівський спосіб дозволяв утилізувати різний залізний брухт і забезпечував високу якість отриманої виливної сталі завдяки контролю й регулюванню металургійного процесу.

Таким чином, прогрес у металургійному виробництві відповідав різкому зростанню потреб якісного заліза й забезпечував

бурхливий розвиток залізничного та водного парового транспорту, машинобудування, військової техніки, будівельних конструкцій, що формувало підвалини індустріальної епохи. Разом із тим це потребувало різкого зростання й структурної перебудови гірничих галузей.

Наприкінці XIX ст. спостерігається 30-кратна перевага заліза над загальною кількістю всіх інших металів, які видобувалися у світі. Це спричинило принципово нову ситуацію всеохопного панування заліза у світі техніки — розпочинався «новий залізний вік». Пов'язаний із ним видобуток вугілля, який до другої половини XVIII ст. у загальній структурі добування корисних копалин посідав одне з останніх місць, характеризується найвищими темпами зростання. У середині XIX ст. формується вугільна промисловість, яка поступово стає основною видобувною галуззю (за Е. Сінклером, вугілля стає «королем» серед інших копалин).

Технічний прогрес і суспільні ризики

Усебічний технічний прогрес, масове застосування машин, небувале зростання видобутку й металургійної переробки корисних копалин привели до змін усієї економічної та суспільної структури. Вперше найбільший внесок у матеріальний добробут робить не сільське господарство (як було протягом тисячоліть), а переробка мінеральної сировини, різноманітна фабрична продукція. «Залізо й вугілля — ось полюси, навколо яких обертається усе життя нового часу», — справедливо зазначав Отто фон Бісмарк. Доступні ресурси земних надр слугували своєрідним регулятором темпів матеріального виробництва й товарно-грошових відносин. Вони значною мірою зумовлювали парадигми суспільного розвитку. Промислова революція супроводжувалася поділом і стрімким підвищенням продуктивності праці, швидкою урбанізацією, зміною способів пересування та зв'язку і, що найважливіше, помітним зростанням споживчого рівня населення, а також збільшенням середньої тривалості життя. Деякі оптимісти індустріального

поступу навіть проектували ідеальні промислові міста, які незабаром мали стати щасливим пристановищем робочого люду.

На жаль, справжнє життя виглядало зовсім по-іншому. Спостерігалося різке загострення соціальних проблем, зумовлене величезним припливом сільського населення до міст і гірничих селищ, формуванням нової суспільної верстви найманих робітників. Про труднощі й поневіряння колишніх селян так писав французький історик Ф. Бродель: «Мешкати в місті, працювати у величезних приміщеннях, витримувати малоприємний контроль майстрів, коритися їм, не мати свободи вільного пересування, прийняти жорстко усталені години праці (10–12 годин щодня. — *Авт.*) — усе це було важким випробуванням». Ілюстрацією екологічно небезпечної, виснажливої, руйнівної сили, що нищить особистість людини праці на металургійних заводах і шахтах, можуть бути наведені тут образи, створені видатними європейськими поетами.

Вздовж берегів, громадами гучними,
Перетинаючи околиці міські,
Де злидні купчаться задимлені, цупкі,
Клекочуть фабрики й заводи.
Гранітні куби різної породи,
Цегельні стіни простяглись на милі,
І їх спинить ніхто не в силі...
Автоматичні та ретельні,
Робітники з фабричної пекельні,
Напружуючи м'язи рук,
Вирівнюють нестримний рух
Міцного велетня...

(Еміль Верхарн «Заводи»)

Ми в'їхали у передмістя. Чорні,
Закурені стояли там будинки,
Суворі та непишні. По будинках
До вікон хустя прип'ялось, мов злидні,

Що їх ні в двері, ні в вікно не випреш,
А з вікон визирали, мов привиддя,
Якісь бліді, невільницькі обличчя.
А над усім той дим, той легкий дим,
Що не гризе очей, притьмом не душить,
А тільки небо ясне застилає
І краде людям сонечко веселе,
П'є кров з лиця і гасить людський погляд...

(Леся Українка «Дим»)

Зазначимо, що приплив величезної кількості робітників у гірничі галузі майже звів нанівець «особливий статус» гірників минулого, їхні традиції й особливу корпоративну культуру, цим наблизивши їх до універсального типу робочого люду. Насамперед це стосувалось вуглярів, оскільки більшість вугільних шахт розташовувалась у тих регіонах, де гірничого промислу раніше не було. Нові робітники шахт, призвичаєні до родинного сільського господарства, ставилися до гірничої справи як до вимушеної, непритаманної їм, до того ж тимчасової праці заради заробітку. Вони становили цілковиту протилежність поколінню старих гірників. Прагнення власників копалень до максимального визиску робочої сили позбавляло цих людей будь-яких умов для розвитку нормального життя. Світова література залишила яскраві й правдиві спостереження жахіть, у яких жили й працювали гірники нового часу. Їхні долі ставали «паливом для локомотиву прогресу» (Е. Золя «Жерміналь», Е. Сінклер «Вугілля-король», І. Франко «Борислав», М. Загірня «Під землею» [120] та ін.).

Лейтмотивом соціальних протестів тих часів проти гноблення і гнобителів можуть слугувати широко відомі рядки революційного

[120] М. Загірня — псевдонім української письменниці, перекладача й педагога Марії Грінченко, дружини Бориса Грінченка. У книзі «Під землею» вона реалістично втілила художні образи гірників Донецького вугільного басейну кінця XIX ст.

«Інтернаціоналу» Ежена Потьє, де, зокрема, протиставлені власники й робітники гірничих підприємств:

Огидливі в своїй мерзоті,
Руди й вугілля королі,
На нашій каторжній роботі
Ви свій достаток нажили...

Крім жорстокого визиску робітників, нові машинні підприємства принесли з собою ще одну проблему — розорення кустарного дрібнотоварного виробництва, масове безробіття (одна машина часом заміняла працю десятків робітників).

Населення цілих районів Англії розпочало таємну війну з новою технікою під гаслом «Руйнуй машини!». Подібно до легендарного Робін Гуда (захисника бідних в епоху Середньовіччя), у часи промислової революції з'явився новий народний герой — генерал Нед Лудд. Поговір приписував цьому міфічному генералові (колишньому підмайстру, який нібито першим знищив свій верстат) провід над стихійними виступами проти застосування машин. В архівах кінця XVIII — початку XIX ст. збереглися характерні послання, які луддити залишали промисловцям на місці знищених машин, наприклад: «Твої пекельні машини, що були на околиці села, ми зруйнували вщент. Твої зв'язані робітники лежать у придорожній канаві. Так попереджають тебе голодні, яких після цих діянь очікують вдома знедолені жінки та діти. Якщо ти купиш нові машини або будеш продовжувати, як донині, то ще почуєш нас. Стережись! Генерал Лудд». В окремих графствах Англії йшла жорстока збройна боротьба між луддитами й державними військовими підрозділами. Знищення машин (індустріальний саботаж) каралося смертною карою.

Двоїстої думки щодо наслідків технічного прогресу трималася значна частина мислителів XVIII–XIX ст. Навіть «предтеча» промислової революції Джеймс Ватт свою першу дослідну машину, що будувалася в маєтку Дж. Ребека Кіннель-Хаус, назвав

«Вельзевул» [121]. Це, звісно був жарт, але жарт від Ватта, що вказував на тривогу за майбутнє, вагання щодо співвідношення добра та зла, які вносив технічний прогрес у життя людини. Використання людського розуму й знання для особистої корисливої мети, для загарбання світу, збагачення та владарювання символізує тріумф зла, який на засторогу інженерам і винахідникам зобразив знаменитий мистець Ян Матейко між інших символічних полотен, що прикрашають актову залу Львівської політехніки.

Характерну рису байдужості до всього живого й одухотвореного помітив у рисах індустріальної епохи поет Павло Тичина, що й відобразив у своєму «Псалмі залізу»:

Минув, як сон, блаженний час
І готики, й бароко.
Іде чугунний ренесанс,
Байдуже мружить око.

Лев Толстой також застерігав, що «в аморальному суспільстві всі винаходи, що вивищують владу людини над природою, не тільки не благо, але безсумнівне й очевидне зло». Славетний Франко так описував своє бачення важкої праці гірників: «Довгі літа мав я спосібність придивлятися тій страшенній експлуатації, що, мов зараза, ширяться щораз дальше, …мав я спосібність оглядати й немало сумних-сумних наслідків її». Нідерландський теоретик культури Йоган Гейзинга зазначав: «Бастіони технічної досконалості, економічної й політичної ефективності жодним чином не захищають нашу культуру від сповзання у варварство. Дикунство теж може користуватися всіма цими досягненнями. Озброєне з такою досконалістю, воно стане тільки сильнішим і деспотичнішим».

Лише за одне століття, з 1870 по 1970 рр., річне виробництво сталі у світі збільшилося майже в 700 разів! З невеликою похибкою можна вважати, що одне покоління в другій половині XX ст. споживало

[121] Ім'я поводиря демонів у Новому Завіті.

таку ж кількість мінеральних ресурсів, яку могли б спожити 700 поколінь, якби залишались на технічному рівні середини XIX ст. (при цьому населення Землі протягом століття зросло лише в 4 рази). Більша частина цих ресурсів пішла на військові озброєння, ведення світових і локальних війн, а також на ліквідацію їх руйнівних наслідків. Уже в XVIII ст. англійський філософ Дж. Стюарт, аналізуючи прискорення темпів технічного прогресу, привернув увагу до проблеми можливого вичерпання мінеральних ресурсів. Його сподівання на майбутнє були пов'язані з гармонійним суспільством, яке забезпечить заощадження корисних копалин і винайде альтернативні джерела їх заміни. Він стверджував: «Первісні продукти землі, кількість яких обмежена, надані людині природою цілком так само, як юнаку надається невелика сума грошей з метою вивести його на шлях пожиточної праці та успіху». На жаль, примноження матеріальних благ без відповідного духовного поступу людства сприяли жадібному й марнотратному використанню найбільш доступних мінеральних ресурсів (катастрофічні війни, гонка озброєнь, екологічні лиха, «суспільство споживання»). Вихід на «шлях пожиточної праці та успіху» (за Стюартом) як і раніше потребує зміни парадигми суспільного розвитку.

Гірнича література, наука та освіта

У другій половині XVIII ст. стало очевидним, що наявна система поширення знань у вигляді передавання досвіду на місці праці вже не може забезпечувати необхідних темпів розвитку промисловості. Навіть державна політика стажування майбутніх спеціалістів на кращих іноземних виробництвах не завжди відповідала складним завданням розвитку промисловості. Виникла потреба в узагальненні й систематизації накопичених знань, обґрунтуванні та розробці нових технічних методів, тобто потреба в розвитку технічної науки, освіти, літератури.

Початок диференціації гірничої науки (до якої довгий час належали також металургія та хімія) пов'язаний з появою в XVIII ст.

численних книг-настанов і описів з питань гірництва. «Друковане слово — це перша фаза впровадження науки в життя» (акад. І. Плаксін). Серед найбільш впливових робіт відзначимо книгу Т. Севері «Друг шахтаря, або Двигун для піднімання води вогнем»(1702 р.), яка започаткувала знайомство гірничої спільноти з можливостями використання енергії пари для шахтних машин. Широку популярність отримала праця шведського вченого Мартіна Трівальда «Все те, що, будучи результатом багаторічного досвіду, сприяє пізнанню кам'яного вугілля» (1741 р.). У книзі наведено дані про умови розробки вугільних родовищ, описано розвідувальне буріння, методи розробки вугільного пласта, різні типи кріплення, способи провітрювання виробок. В Англії витримала кілька видань гірнича книга В. Гарді (вперше надрукована в Шеффілді 1748 р.). Декілька практичних гірничих посібників було опубліковано в середині XVIII ст. у Саксонії (А. Байєр, Ф. Опель та ін.). У Відні 1773 р. вийшла навчальна книга Х. Деліуса «Вступ до гірничого мистецтва», яка стала другим (після славетної книги Г. Агріколи) класичним підручником для гірників кількох поколінь у різних країнах.

Першою ґрунтовною працею з гірництва й металургії в Росії був «Опис уральських і сибірських заводів» [122] Георга Вільгельма де Генніна, який став своєрідною енциклопедією, що ввібрала в себе досвід гірничо-металургійної справи сходу країни (1735 р.). Рукопис тривалий час ходив у списках і був надрукований лише 1937 р. як літературно-наукова пам'ятка. 1738 р. вийшов трактат Г. Ріхмана «Металургія, або рудокопна наука», який ознайомлював з іноземними гірничими досягненнями. Велике значення

[122] Оригінальна назва твору мовою рукопису «Генералом-лейтенантом от артиллерии и кавалером ордена Святого Александра Георгием Вильгельмом де-Генниным собрания натуралии и минералии камер в сибирских горных и заводских дистриктах также через ево о вновь строенных и старых исправленных горных и заводских строениях и прочих куриозных вещах абрисы».

для розвитку гірництва Російської імперії мала книга президента Берг-колегії В. І. Шлаттера «Докладна настанова рудній справі...» (1760 р.). Книга мала енциклопедичний характер і охоплювала всі розділи гірничого виробництва, починаючи від розвідувальних робіт і закінчуючи «рудотовчильною» справою. На досвіді іноземних і уральських гірничих підприємств були розкриті процеси спорудження виробок, кріплення, водовідливу, вентиляції; докладно розглянуті гірничі машини, «потрібні до рудних витворів» (показово, що наведені автором машини майже не змінилися з часів Агріколи). Додаткову вагу книзі Шлаттера надав розміщений у ній «Додаток про кам'яне вугілля й видобуток його» (вперше в перекладі російською мовою), який «є працею вправного шведа Мартіна Трівальда, котрий в Англії та Шотландії біля вугільних ям у службі перебував для запровадження вогняних машин».

Європейський і російський досвід гірничої справи був узагальнений і розвинений у фундаментальній праці Михайла Ломоносова «Перші основи металургії або рудних справ» (1763 р.). Історичне значення книги визначається прагненням дати наукове тлумачення природних явищ і технічних процесів у гірництві й металургії, визначити способи керування цими явищами. У ній подано бачення необхідності взаємодії гірничої науки з іншими галузями техніки й природознавства (з механікою, геологією, хімією, математикою), а також підкреслюється практична цінність наукових результатів. У своїй праці М. Ломоносов демонструє державницький підхід до вирішення важливих завдань промислового розвитку. У додатках до книги була вперше надрукована фундаментальна праця «Про верстви земні», яка містила чимало оригінальних ідей з царини геології. На жаль, описи машин і технічних засобів, наведені М. Ломоносовим, не враховували досягнень прогресивної парової техніки й базувалися здебільшого на середньовічних зразках.

Олександр Пушкін, характеризуючи діяльність Ломоносова, відзначав його різноманітні таланти: «Історик, Ритор, Механік, Мінералог, Художник і Віршувальник... Він створив перший

університет, він, щиро кажучи, сам був першим нашим університетом». Не зайве нагадати, що Ломоносов здобував освіту у Фрайберзькій гірничій академії (на той час — гірничій школі) і завжди вважав, що «головною моєю справою є гірнича наука» (з листа до В. М. Татищева).

Перша книга, що описувала донецьке кам'яне вугілля, вийшла в Катеринославі у 1795 році. Це була ґрунтовна праця Івана Бригонцова «Посібник до пізнання, розробки та використання кам'яного вугілля». Книга підбивала підсумок усьому, що було відомо про кам'яне вугілля Східної України й включала результати особистих досліджень автора. Праця містила такі розділи: I — «Загальні властивості кам'яного вугілля», II — «Розділення гір», III — «Способи пошукування кам'яного вугілля», IV — «Розробка кам'яного вугілля», V — «Застосування кам'яного вугілля». Між іншим автор приділяв увагу таким новаціям, як застосування парових машин для підйому вугілля й шахтного водовідливу, підкреслював великі перспективи використання кам'яного вугілля в металургії. «Найважливіша користь кам'яного вугілля, — писав І. Бригонцов, — проявляється на металургійних заводах, де винищення лісів надзвичайне... І так найбільш безлісні місця, але багаті рудами, можуть, якщо мають кам'яне вугілля, бути оброблені на суспільну користь». Важко переоцінити внесок цього посібника для початку промислового використання вугілля Донецького басейну, для становлення й розвитку вітчизняної гірничої науки та освіти (саме в рік виходу книги розпочалося будівництво Луганського ливарного заводу, а наступного року була збудована перша вугільна шахта в Лисичому Байраці).

Величезне значення для поширення й розуміння технічних (зокрема гірничих) знань мала французька енциклопедична праця «Енциклопедія, або Тлумачний словник науки, мистецтва й ремесел» (35 томів), створена між 1751 та 1772 рр. під керівництвом Дідро та Д'Аламбера. Авторами були здебільшого члени філософських товариств, що вивчали «натуральну філософію» (так тоді називали природничі науки) та її практичні застосування. Серед

них Даубентон (природнича історія), Гольбах (мінералогія, хімія), Дідро (механіка, точні науки, економіка), Жокур (медицина, економіка), Руссо й Вольтер (історія, філософія, політична теорія). «Енциклопедія…» слугувала довідником і коротким керівництвом з усіх наявних на той момент технологій, описуючи інструменти й способи їхнього застосування. Поряд з гірничими й металургійними технологіями були дані описи відомих копалень і родовищ. Важливим було те, що «Енциклопедія…» розглядала технічні (значною мірою гірничо-металургійні) знання як обов'язковий елемент культури тогочасної цивілізації, чим сприяла піднесенню авторитету ремесел і їхньому розвитку. З 1768 року в Единбурзі почала друкуватися енциклопедія «Британіка», а в першій половині XIX ст. енциклопедії з'явилися в більшості розвинутих країн Європи.

Особливу роль у розвитку гірничої науки, поширенні досягнень і досвіду відіграли гірничі періодичні журнали. Першими серед них були «Гірнича справа» («Annales des Mines», 1794, Франція), «Гірничий журнал» («Горный журнал», 1825 р., Росія), «Гірничий журнал» («Mining Journal», 1835 р., Велика Британія). Ці видання сприяли, між іншим, професійному об'єднанню фахівців із різних країн.

«Annales des Mines» — найстаріший у світі науково-виробничий журнал гірничого профілю й одночасно — найдавніший французький журнал, присвячений науці, техніці та економіці. Спеціалізація: розробка родовищ та переробка (збагачення) вугільних, рудних і нерудних корисних копалин. Цей часопис протягом останніх двох століть містив унікальний аналіз виробничо-господарського розвитку подій у французькому й світовому гірництві. Зокрема тут уміщено дані про лідерів галузі, урядовців, що опікувалися розвитком гірництва, дослідників тощо. Перший редактор журналу — Етьєн Шарль де Монтбрет Кок'юберт (1755–1831) був консулом Франції у Гамбурзі, а після Великої французької революції 1789–1799 рр. став професором статистики у Школі видобутку корисних копалин. Разом з бельгійським геологом і

державним діячем Жаном Батистом Д'Аллуа працював над першою геологічною картою Франції.

«Гірничий журнал» («Горный журнал») було створено за ініціативою вихованців Санкт-Петербурзького гірничого кадетського корпусу, відомих учених свого часу Д. Соколова, П. Аносова, В. Любарського, І. Гавеловського, К. Шелейковського та ін. Дозвіл на заснування журналу дав особисто імператор Олександр І. Перший номер вийшов у липні 1825 року під назвою «Гірничий журнал або зібрання відомостей щодо гірничої та соляної справи з додаванням нових винаходів до сього предмету дотичних». Протягом багатьох років він відображав три сфери гірничозаводської діяльності: геологію, гірництво (з соляною справою включно) та металургію. Видавався у Санкт-Петербурзі на базі Гірничого кадетського корпусу (після 1918 р. редакцію перенесено до Москви).

Варті уваги слова з редакційної статті першого випуску «Гірничого журналу»: «Незважаючи на вирок невігласів, що в гірництві панує лише випадок, навик і досвід, — гірничі науки необхідні, й користь від них особливо наявна в наш час, коли надзвичайно поширилось уживання мінералів, особливо металів, і коли їх видобуток через надмірне заглиблення родовищ пов'язаний з великими труднощами й великими витратами. Науки ці подібні до всіх інших, мають свої системи, більш-менш складні, але в кожному випадку необхідні для полегшення поля діяльності гірничої людини».

Треба зауважити, що науки про землю, елементи гірництва й геології викладалися у деяких класичних університетах XVII–XVIII ст. Так, скажімо, у Києво-Могилянській академії її ректор Феофан Прокопович (математик і філософ за покликанням), наслідуючи свого попередника Інокентія Гізеля, у 1706–1709 рр. читав курс лекцій «Про досконалі змішані неживі тіла — метали, камені та інші», де, зокрема, були розділи: «Про корисні копалини», «Про смолу і сірку», «Про землі і солі», «Про метали», «Про камені та ґеми». При цьому гірнича проблематика викладалася студентам і концептуально, і водночас конкретно. Наприклад,

Ф. Прокопович наголошував, що існує «Три проблеми корисних копалин: матерія і форма, діюча причина і місце їх (копалин. — *Авт.*) виникнення». Зосереджуючись на розгалуженій класифікації корисних копалин та мінералів, розглядаючи окремі їх види та підвиди, він зауважував: «Види копалин є відмінними і різноманітними, їх нелегко звести до природного порядку».

Активний розвиток природничих наук у XVII–XVIII ст., їх фрагментація, виокремлення різних напрямків знань про навколишній світ показали, що на часі створення основ гірничої науки й професійне поширення наукових знань. Відповідно до потреб промисловості це сприяло становленню вищих гірничих навчальних закладів.

Уперше чотирирічний план університетської гірничої освіти (із включенням основ металургії) розробив радник Празького монетного двору Йоганн Пайтнер. Його план був ухвалений владою і в 1761 році прийнято рішення про заснування відповідної кафедри на філософському факультеті Карлового університету в Празі, де Пайтнер обіймав посаду професора. У 1762 році його програма підготовки гірничих інженерів була представлена імператриці Марії-Терезії (Чехія та Словаччина входили до складу Австро-Угорської імперії) і, незважаючи на деякі зауваження й доопрацювання, було прийнято рішення щодо створення окремого вищого гірничого навчального закладу в словацькій Банській Штявниці (Шемниці), яка була на той час одним із найрозвиненіших гірничих центрів Європи. Таким чином, 1762 рік вважається датою заснування першої Вищої гірничої школи, яка в 1770 році отримала статус академії. Тут викладали найавторитетніші вчені, запрошені урядом Австро-Угорщини із різних країн Європи: гірничу справу вели Х. Деліус та І. Пайтнер, металургію — Н. Жакен, мінералогію — Й. Скополі, хімію — знаменитий А. Лавуазьє. Показово, що Банська Штявниця стала місцем народження міжнародного «Товариства гірничої справи» [123]. Ідея створення ці-

[123] Ідея товариства була відроджена в XX ст. у статусі Всесвітніх гірничих конгресів, що відбуваються кожні 2–3 роки у різних країнах світу.

її організації належить німецькому інженеру Ф. Требу та австрійському мінералогу І. фон Борну. В останній чверті XVIII — на початку XIX ст. в Банську Штявницю збиралися провідні гірники з багатьох країн Європи, Росії, Південної Америки. Товариство було засноване як союз «друзів і покровителів гірництва задля скорішого поширення корисних знань». Серед діяльних членів товариства були А. Лавуазьє, Дж. Ватт, П. Паллас, Й. Гете.

Протягом лише двох десятиліть гірничі академії або вищі школи засновуються в більшості провідних країн світу: 1762 р. — Банська Штявниця, 1765 р. — Фрайберг, 1773 р. — Санкт-Петербург, 1777 р. — Мадрид, 1783 р. — Париж, 1792 р. — Мехіко. В Україні Лисичанська штейгерська школа була заснована в 1806 році. Це був свідомий відгук на потреби промислового розвитку, причому гірничі академії (вищі школи чи училища) були першими технічними навчальними закладами, які започаткували вищу технічну освіту.

Повчально, що створення гірничих академій дієво підтримувалося промисловцями. Наприклад, ініціатором будівництва своїм коштом першого в Росії Вищого гірничого училища (майбутній Санкт-Петербурзький гірничий інститут) був башкирський рудопромисловець Ізмаїл Тасимов, який у 1771 році звернувся до Берг-колегії з ініціативою про заснування гірничого училища. На його утримання І. Тасимов і члени «ініціативної групи» погодилися сплачувати з кожного поставленого пуда руди певний податок. Це послужило вагомим аргументом у справі підтримки цієї ініціативи імператрицею Катериною II. Наприкінці червня 1774 року Гірниче училище урочисто відкрили. Його першим директором було призначено президента Берг-колегії Михайла Соймонова, якого можна вважати душею й справжнім творцем цього навчального закладу. 1 січня 1834 року в Російській імперії було офіційно запроваджено звання «гірничий інженер».

Ідейним натхненником і організатором першого конгресу, проведеного у Варшаві в 1958 році, був польський учений Б. Крупінський.

Характерно, що й відкриття Вищого гірничого училища в Катеринославі (майбутній Національний гірничий університет України), яке відбулося 1899 року, також було ініційовано з'їздом гірничопромисловців і фінансувалося власниками шахт, рудень і металургійних заводів (найбільші внески зробили Олексій Алчевський, Мина Копилов, Мойсей Карпас). Відкриття вищих гірничих училищ (академій) дозволило, завдяки проникненню гірничої науки у виробництво й професійному керівництву промислами, здійснити широке впровадження передового досвіду й нової техніки, розробити прогресивні способи ведення гірничих робіт, а також значно збільшити обсяги видобутку й переробки корисних копалин, підвищити продуктивність праці робітників.

У XIX ст. гірничі інститути та академії стають осередками наукового розвою. Наука вперше наздоганяє розвиток техніки. Виробничий процес стає сферою уживання науки, а наука — функцією виробничого процесу, адже раніше знаряддя й машини були втіленням емпіричних знань, а не результатом наукових досліджень. Як образно зауважив Г. Фогель, «Промисловість схиляє голову перед наукою».

Характеризуючи гірничу науку, Михайло Ломоносов у середині XVIII ст. афористично підкреслював її красу, силу й благородну мету: «Великою є справа сягати глибин земних розумом, куди рукам і оку проникнути не дозволено натурою; мандрувати роздумами в тартарі, проникати міркуванням крізь вузькі ущелини й вічною ніччю затьмарені речі та діяння виводити на сонячне світло».

7. ЗОЛОТІ ТА АЛМАЗНІ ЛИХОМАНКИ XIX ст.

У розділі: *феномен «золотих лихоманок», опанування каліфорнійського золота як ключова обставина освоєння американського Заходу; старательська розробка розсипів Клондайку; австралійські золоті розсипи та жили; алмазна лихоманка на півдні Африки; відкриття й освоєння найбільшого родовища золота Вітватерсранд; історія сибірського й уральського золота*

7.1. Північна Америка

> Як тільки чутка про арктичне золото дзвоном пішла по всьому світу й принада Півночі захопила серця людей, Картер Везербі покинув своє тепленьке місце в конторі, переписав половину заощаджень на жінку, а на решту купив усе потрібне до подорожі...
>
> *Дж. Лондон «У далекій країні»*

Каліфорнійська золота лихоманка

Поступ буржуазної епохи диктував нові форми й організаційні можливості приватного опанування мінеральних ресурсів, які на землях Америки набули особливих рис. Видається парадоксальним, що в період інтенсивного промислового й технічного розвитку (в тому числі в гірництві) багаті родовища благородних металів починали розробляти старателі, використовуючи найпростіший шліховий спосіб і стихійну організацію праці, демонструючи часом хижацьке ставлення до природи та корінного населення. Пояснення такої ситуації певною мірою криється у віддаленості й первісній незайманості територій нових родовищ, де шукачі золота ставали піонерами освоєння неосяжних просторів, несучи сюди не тільки швидкий економічний розвиток, але й безліч проблем, які спричиняв велелюдний людський потік, що раптом опинявся на необжитих землях.

Масовий рух старателів у райони видобутку спричиняли величезні незаймані розсипні поклади, які зосереджувались на малих глибинах і могли розроблятися шліховим методом, а також швидке поширення інформації про відкриття таких родовищ і яскраві перекази про швидке збагачення золотошукачів. Цей масовий нестримний рух дістав (аналогічно до хвороби) назву «золота лихоманка» (лат. *Fevra Aura*).

Хоча перше золото в Північній Америці було знайдене ще в 1799 році (Північна Кароліна), а 1828-го у Джорджії розпочалися його системні розробки, усе ж справжня масова «золота лихоманка» пов'язана з відкриттям золота у Каліфорнії [124], що повністю змінило шлях колонізації Західного узбережжя США та розвиток валютно-фінансової системи цієї країни. Ще 1776 року іспанці заснували форт у протоці Золоті Ворота, назвавши його на честь святого Франциска Ассізького. Місто Сан-Франциско стало одним із важливих центрів освоєння земель Нової Іспанії (Каліфорнії), хоча іспанці тривалий час розглядали Північну Америку як безперспективну територію саме з огляду на відсутність благородних металів. На географічних картах вона позначалася «Tierras de ningun provecho», тобто «землі, які не обіцяють пожитку». Фатальну помилку іспанців, які першими дійшли до найбагатших золотих покладів Америки, але не розпізнали свого жаданого Ельдорадо, пояснюють тим, що шукали вони «вогнем і мечем», а не «киркою й лопатою».

Якщо іспанська колонізація континенту рухалась з півдня на північний захід, то російська — прямувала у зворотному напрямку, утворивши чималу колонію, названу Російською Америкою, на північному-заході та вздовж Тихоокеанського узбережжя Північної Америки. Головний правитель російських поселень в Америці Олександр Баранов (відомий під красномовним ім'ям славетного конкістадора «російський Піссаро») започаткував вигідні

[124] Територія Каліфорнії була відкрита ще далекого 1535 року морською тихоокеанською експедицією Ернана Кортеса.

торговельні відносини з Новою Іспанією, а 1812 року за його дорученням у Каліфорнії був заснований російський Форт-Росс, який розташовувався лишеза 80 км північніше Сан-Франциско. На жаль, щасливий жереб не випав і Росії, хоча перші, найбагатші каліфорнійські розсипи були знайдені всього за 45 миль від Форт-Росса. Мексика, що успадкувала від Іспанії територію Каліфорнії, також не змогла скористатися скарбами її надр, оскільки була вимушена продати (на невигідних для себе умовах) ці території США внаслідок поразки в американо-мексиканській війні 1846–1848 рр. Золото було відкрите лише за тиждень до підписання угоди про продаж Каліфорнії та інших мексиканських територій, причому обидва уряди навіть не уявляли масштабів виявлених родовищ. Оцінюючи їх історичне значення, Карл Маркс афористично зазначав: «...відкриття каліфорнійських золотих покладів матиме більш грандіозні результати, ніж навіть відкриття Америки», а Стефан Цвейг зарахував цю подію до найзнаменніших «зоряних часів людства».

Перший прогноз щодо можливої наявності золота у Каліфорнії був зроблений Олександром Гумбольдтом 1829 року після відвідування уральських золотих розсипів і порівняння характерних геологічних особливостей цих регіонів. Золото було знайдене в Каліфорнії 24 січня 1848 року на землях сільськогосподарської колонії Нова Гельвеція (тобто Нова Швейцарія). Її заснував підприємець швейцарського походження Джон Саттер (Йоганн Зуттер), причому основною базою колонії став викуплений у Російсько-американської компанії Форт-Росс. Перші золоті самородки виявив Дж. Маршалл у селищі Колома (приблизно за 140 км на північний схід від Сан-Франциско), коли розчищав русло струмка поблизу лісопильні Дж. Саттера. Приховати знахідку не вдалося, й колоністи (здебільшого мормони) кинулись на пошуки золота в долині річки Американ-Рівер. Перша публікація щодо знайдених самородків з'явилась у газеті «Каліфорнія» 15 березня 1848 року, а вже наприкінці травня місто Сан-Франциско нагадувало привида: за словами самовидця, «у ньому не залишилось

майже жодного мужчини». На рейді в гавані Сан-Франциско стояли близько 200 покинутих суден, команди яких дезертирували й перетворилися на шукачів золота.

Чутки про «каліфорнійський рай» за лічені місяці облетіли весь світ. Кричущі плакати й оголошення часів «золотої лихоманки» заманливо віщували швидке й щасливе збагачення. Більшість плакатів була підписана ініціалами D.L., причому ті численні старателі, що зазнали лиха в пошуках золота, розшифровували їх як «Damn Liar», тобто «проклятий брехун». Перші старателі прибували з Орегону (США) та Мексики, але невдовзі людські потоки потяглися з усієї Америки, Європи, Австралії й навіть Китаю (китайських робітників було так багато, що в Сан-Франциско виник окремий китайський квартал). За два роки (1848–1849 рр.) населення Сан-Франциско збільшилось у 25 разів, і це при тому, що в осередку гірничих робіт було засноване ще одне селище старателів Сакраменто (сучасна столиця штату).

Щоб досягнути Каліфорнії водним шляхом, кораблі, що йшли з Атлантики, були вимушені обходити Південну Америку. Цей маршрут був досить довготривалим (шість місяців) і дорогим. Значне його скорочення забезпечував перехід через доволі вузький Панамський перешийок, при цьому уможливлювався рух уплав річкою Чагрес. Шлях через необжиту Панаму приховував у собі великі ризики й небезпеки, але наплив золотошукачів постійно збільшувався, що спонукало американських підприємців спорудити панамську залізницю. Проте головний потік старателів рухався територією США зі сходу на захід легендарними кінними фургонами, добре відомими за класичними вестернами. Це був знаменитий похід «людей сорок дев'ятого», що створив національну героїчну одіссею та, як стверджував Ф. Тернер, вписав цей міф у «самий характер мислення американського народу».

Загалом у пошуках золота на «дикий захід» за десять років лихоманки прибули близько 400 тис. осіб. Ця цифра вражає з огляду на відсутність будь-якої інфраструктури для мешкання такого скупчення людей. А якщо взяти до уваги гостру нестачу

найнеобхіднішого (у тому числі продовольства), труднощі підтримання безпеки й правопорядку, складність боротьби з хворобами, то стає зрозумілою ціна, сплачена за каліфорнійське золото. І все ж мрія про швидке збагачення (за Марком Твеном, «каліфорнійська хвороба збагачення») часто-густо брала гору над здоровим глуздом. Карл Маркс, відгукуючись на масовий рух старателів, ремствував: «Пролетарі Європи проміняли соціальну революцію на пошуки каліфорнійського золота».

Основні золоті розробки були зосереджені в передгір'ях Кордильєр, уздовж річкових долин. Руслові четвертинні розсипи залягали на дні глибоких каньйонів і долин, утворених у гранітних масивах західного схилу хребта Сьєрра-Невада. Щоб отримати золото, використовували технологію промивання в лотках (шліховий метод), перекопуючи при цьому уламкові матеріали на берегах річок і струмків. Крім звичайних лотків, використовували ручні коливальні верстати, що складалися з решета, під яким розміщувався похилий жолоб із поперечними заглибинами. Російський гірничий інженер П. Дорошин, який оглядав каліфорнійські розробки, зазначав, що старателі згадали навіть золоте руно аргонавтів і розстеляли бичачі шкури на похилих площинах, промиваючи на них пісок.

Пізніше були відкриті розсипи більш ранніх (третинних) відкладень, пов'язаних із давньою річковою мережею. У багатьох випадках вони виявлялися під прикриттям новітніх вулканічних порід, що потребувало спорудження неглибоких виробок стовбурового типу або кар'єрів. Важливим кроком у розвитку технології гірничих робіт було застосування гідромоніторів, які почали впроваджуватися з 1853 року. Розсипні відклади розмивали потужним струменем води, яка транспортувала їх у спеціальні шлюзи. Це були викладені камінням канали завдовжки 100–300 м, дно яких облаштовували поперечними лежнями або ребристими плитами для затримання частинок золота. Об'єм води 100 м^3 забезпечував розмив 3–24 м^3 породи (залежно від її міцності). Підземна й гідротехнічна розробка золотоносних покладів потребували кооперації

старателів, а також сприяли успіхам великих гірничих компаній, які почали витісняти індивідуальних шукачів золота (багато яких з часом стали професійними гірниками).

Геологи й гірничі інженери, які працювали в Каліфорнії з початку 50-х років, намагалися дістатися корінних родовищ, у яких зосереджувалися найбільші рудні скарби. Уже 1850 року поблизу гори Голд-Хілл була виявлена перша золотоносна жила, що поклала початок новим містам гірників Грасс-Веллі та Невада-Сіті. Товщина жили доходила до 10 м, причому на глибині 50–60 м траплялося самородне золото. Розробляли руди шахтним способом. Протягом наступного десятиліття була виявлена грандіозна золоторудна зона (родовища Офір, Ельдорадо, Аргонавт, Еврика та ін.), яку назвали Материнською жилою (Мазер Лод або Veta Madre). Рудна зона простяглася в меридіанному напрямку на довжину близько 190 км і мала ширину близько 1,5 км. Тут було споруджено 40 потужних рудників, які розробляли поклади протягом століття (середній вміст розсіяного золота в тонні кварцу дорівнював 10,5 г). За цей час було видобуто близько 3,5 тис. т золота (в середньому по 35 т на рік), а максимальна глибина видобутку сягнула 1350 м. Показово, що під час золотої лихоманки (1848–1853 рр.) середній річний видобуток розсипного золота перебільшував 80 т (найбільший показник у 1852 р. — 124,6 т). Слід зазначити, що світовий видобуток тих років не перевищував 200 т, тобто більше половини золота давала світові Каліфорнія. На жаль, розсипні родовища протягом десяти років були майже повністю вичерпані.

Хоч як дивно, потреба в забезпеченні тисяч людей продовольством, одягом, знаряддями праці, банківськими послугами (обмін видобутого золота на гроші) привела до широкої економічної розбудови краю. Поблизу розробок золота стрімко зростали торговельні, фінансові, сільськогосподарські, будівельні компанії. Завдяки цьому значна частина прибулих у Каліфорнію старателів залишилася жити тут назавжди, чому сприяв благодатний клімат і пишна природа цих земель.

Уже 1849 року у Сан-Франциско відкрилося фінансове агентство Паризької контори Ротшильдів, а також Гірничий банк, які взяли під контроль скупку золота та зберігання зароблених грошей. Покупці золота часто сплачували старателям набагато менше офіційної ціни долара (від його золотого еквівалента), що забезпечувало фінансистам надприбутки, але й ризики зберігання та транспортування золота були дуже високими. Поряд із доларами роль грошей у Каліфорнії виконував і золотий пісок.

Використовуючи незвично високі ціни на товари, що склалися на копальнях, ініціативні торговці й підприємці створили вельми успішні компанії, які заробили їх власникам значно більше грошей, ніж багатьом дала гірнича діяльність. Як характерний приклад наведемо фірму «Levi Strauss» [125], яка почала виробляти перші джинси, створені як робочий одяг для каліфорнійських гірників. Поштовх, наданий економічному розвою Каліфорнії розробками золота, виявився незворотним.

Відсутність чіткого гірничого законодавства й обмежені можливості влади в наведенні законного порядку призводили до численних самозахоплень багатих ділянок і збройних суперечок між старателями. До правових проблем додавалися гострі міжнаціональні конфлікти (індіанці, мексиканці, китайці не мали прав на оренду ділянок і могли бути лише найманими робітниками).

Одночасно з розвитком копалень збільшувалася кількість охочих добути золото не з-під землі, а з кишень старателів. Численним бандам грабіжників старателі протиставили чітке самоврядування й взаємовиручку. Повсюди організовувалися вартові комітети,

[125] Торговець тканинами Лейба Штраус, який прибув у Каліфорнію 1850 року, отримав патент № 139.121 від Бюро патентів і торговельних марок США на виробництво «робочих комбінезонів без бретелей з кишенями для ножа, грошей і годинника», відомих нам під назвою джинси. Спочатку їх шили з парусини, а пізніше з бавовняної тканини «денім» із застосуванням стійкого барвника індиго. Від нього й пішла назва «джинси», оскільки індиго упродовж століть вироблялa й розповсюджувала Генуя (її французька назва «Дженоа»).

які були постійно готові до збройних дій без жодних юридичних зволікань (між іншим, застосовувався й суд Лінча). «Джентльменський набір» золотошукача серед необхідних знарядь праці завжди включав вогнепальну й холодну зброю. Світової слави зажили яскраві оповідання Френсиса Брет Гарта, що описували сповнене пригод і небезпек життя вільних каліфорнійських старателів, які створили свій власний кодекс суспільного побуту й старательської демократії, пам'ять про яку жива й сьогодні.

Трагічною сторінкою заволодіння каліфорнійським золотом була безкомпромісна боротьба з корінним населенням. Індіанці не хотіли віддавати свою землю, їх було важко примусити працювати на копальнях і, до того ж, вони почали самостійно видобувати й продавати золото.

Це не влаштовувало ні старателів, ні владу штату. Губернатор Каліфорнії Пітер Бернетт на засіданні законодавчих зборів заявив про те, що «війна на знищення буде стояти на порядку денному, доки індіанська раса не зникне». Унаслідок диких розправ колонізаторами було знищено близько 130 тис. індіанців, а 30 тис., які залишилися, зігнали в резервації. Англійський дослідник В. Моррел, звертаючи увагу на демократичні форми прийняття таких жорстоких рішень (від місцевого самоврядування до законодавчих зборів), запитував: «Було це, як часто стверджували письменники XIX ст., проявами демократії чи, як могли б припускати критики XX ст., зародковою формою фашизму?..»

Авторитетний американський історик О. Льюїс вважав, що тільки один із двадцяти старателів повернувся з Каліфорнії багатшим, ніж був до золотої лихоманки. Кількість її жертв, які загинули від хвороб і збройних конфліктів, важко піддається аналізу. Такий перебіг подій породив у Європі рух «старателів-мудрагелів», які розпочали пошуки золота на річках поблизу своїх домівок. Жодних ризиків, але й мізерні здобутки (розсипи Рейну, Рони, Гвадалквівіру були здебільшого вичерпані ще за античних часів).

Трагічною була доля Дж. Саттера, землі якого виявилися в епіцентрі каліфорнійського золотовидобутку. Хоча він виграв судові

позови щодо повернення золота, знайденого на території його колонії, але разом із родиною зазнав «суду Лінча» розлютованих старателів. Його маєтки були спалені, родина загинула, а сам Саттер, який дивом урятувався від розправи, збожеволів і залишок життя провів у марній юридичній тяганині.

Знаковою подією стала катастрофа пароплава «Сентрал Америка», яка обірвала життя 425 найбільш успішних старателів, що залишали Каліфорнію з тоннами золотих монет, зливків і самородків на борту. Ця корабельна аварія, яка сталася 12 вересня 1857 року, була найбільшою (до загибелі «Титаніка») в історії мореплавства. Вершиною нещасть стали землетрус і пожежа 1906 року, які знищили більшу частину Сан-Франциско, на той час найкрасивішого міста Америки, справедливо названого «Західним Парижем». Старі забобонні старателі вбачали в цій катастрофі не природне явище, а страшний суд долі, пов'язаний із неправедним золотом, на якому й розквітло це місто. Марк Твен вважав відкриття золота в Каліфорнії найбільшим національним лихом Америки. Він писав: «Гонитва за багатством, пов'язана з пошуками золота, спричинила ту спрагу грошей, яка стала сьогодні звичкою, ту жорстокість, той цинізм, які є ознакою наших часів».

Юкон і Аляска

Північна Америка дивувала світ знахідками багатих золотих розсипів і самоврядними організаційними формами їх розробок. У 1858 році було виявлено золото в Британській Колумбії (Західна Канада) на річці Фрезер (перші розсипи відкриті на її лівій притоці — річці Томпсон, а найбагатші — на західному схилі гір Карибу). Протягом кількох місяців у район видобутку прибуло понад 30 тис. старателів із Канади, США (здебільшого із Каліфорнії) та Китаю. За три роки розсипи були значною мірою вичерпані, проте встигли дати важливий поштовх для розвитку міста Ванкувера й колонізації навколишніх земель, а також вказали напрямки подальших пошуків золота — північні райони Скелястих гір.

Мабуть, найбільш славнозвісною (завдяки літературному таланту Джека Лондона) стала золота лихоманка на північному заході Канади (провінція Юкон), де було відкрито багаті розсипи в басейні Клондайка. Цьому відкриттю передували знахідки золота гірничим інженером П. Дорошиним на півострові Кенай, поблизу сучасного Анкориджа (це сталося 1864 року, за три роки до продажу Російської Америки США [126]), а також відкриття родовища Джуно на Алясці (французькі старателі Жюно й Ерюссар, 1880 р.). Усвідомлення того, що майже безлюдні, важкодоступні простори американського Північного Заходу можуть приховувати багате золото, спонукало групки відчайдухів вести ризиковані пошукові роботи на берегах місцевих річок і струмків.

Одна з таких груп (Джордж Кармак, Джим Скукум, Чарлі Доусон, Роберт Хендерсон) виявила 17 серпня 1896 року перше багате золото Клондайка. Знахідка була зроблена поблизу струмка Бонанза-Крик на ділянці «Дискавері» Дж. Кармака (цікаво, що він був сином старателя часів каліфорнійської золотої лихоманки). За переказами, знайшовши розсип, старателі за кілька годин заповнили золотом чохол від вінчестера. На той час у цих районах майже не було людей, а отже, й конкурентів першим шукачам. Намивши коштовного металу, приятелі залишили розробки й у січні 1897 року прибули в прикордонне місто Сіетл (США). Звістка про казкові розсипи Клондайка мала ефект потужного вибуху, й тисячі золотошукачів кинулися на розвідки нового Ельдорадо. Газети, як завжди в подібних ситуаціях, видрукували сенсаційні повідомлення про дивовижне збагачення поодиноких щасливців, разом із тим уникаючи розповідей про повне збіднiння й загибель менш успішних старателів.

[126] У 1867 році Російська Америка стала штатом Аляска. Пророча думка М. Ломоносова про те, що «скарби Росії будуть приростати Сибіром і Америкою» не була сприйнята російським урядом. Часто цитовану фразу Ломоносова почали обмежувати лише «Сибіром».

На відміну від Каліфорнії, де переважав сприятливий субтропічний клімат, приполярний Юкон зустрічав старателів міцними морозами, льодовиками, що повзуть у долину, мертвими гірськими хребтами «загубленого світу». Літо тривало менше двох місяців, а сніг танув лише на південних схилах гір. Більшість старателів прибувала морським шляхом в порт Скагуей (морські «ворота Аляски»), від якого до мети золотошукачів — селища Доусон — було 900 км. Відсутність доріг і особливості гірського рельєфу виключали колісний транспорт [127]. Вантажі на ділянці між Скагуеєм і Вайтхорсом треба було нести на собі, а далі старателі сплавлялися човнами річкою Юкон, яка мала численні пороги й була затиснута у вузьких каньйонах. Щоб потрапити в жадану долину Юкону, золотошукачі мусили здолати небезпечний Чілкутський перевал, який відібрав життя багатьох піонерів.

Граничне напруження сил ще більше підстьобувалося конкуренцією старателів, які поспішали першими досягти району розробок і захопити найкращі ділянки (за чинним законодавством, кожний охочий міг вільно зареєструвати ділянку розміром 305×152 м). «Зрозуміло, що частина з нас загинула на шляхах, інша була затерта льодовиком, тисячі виснажених, позбавлених віри у свої сили людей повернулись з перевалу назад», — так свідчив майбутній письменник Джек Лондон, який знаходився серед перших груп старателів. «Мекка» золотошукачів — адміністративний центр Доусон із величезного наметового містечка, де Клондайк впадає в Юкон, швидко перетворився на типове американське селище «дикого заходу», де удачливі старателі завжди мали нагоду залишити «зайву» частину свого золотого піску. Незважаючи на небезпеки, люди завзято прямували до загублених у снігах верхів'їв Юкону, на його праві притоки Клондайк, Індіанку,

[127] У зв'язку з напливом десятків тисяч старателів у 1900 році була збудована вузькоколійка від Скагуея до Доусона в обхід Чілкутського перевалу.

Бонанзу, Хункер, Домініон, Ельдорадо (загальна площа золотоносного району перевищувала 1800 км^2).

На золото тут здебільшого натрапляли в давніх розсипах, вкритих новими відкладеннями. Через те, що район лежить у зоні високого підняття, він не був зачеплений льодовиком, і золото могло вільно накопичуватися протягом дуже тривалого часу. Максимальна товщина піщано-галькових відкладень сягала 120 м (здебільшого — до 60 м), ширина розсипів — від десятків до 700–800 м. Золото зосереджувалося головним чином у підошві розсипів у шарі завтовшки 1,2–1,5 м. Тому пошуки золота передбачали промивання не тільки берегових розсипів, але й уламкових матеріалів, виданих із глибини на деякому віддаленні від річки або струмка. Тобто Клондайк було відкрито фактично двічі — спершу річкові розсипи, а потім, за досвідом старателів і геологів, давні розсипи на схилах (у долинах колишніх річок). Гірничі роботи з використанням шліхового методу передбачали видобування й промивання уламкових порід у лотках або дерев'яних жолобах. Для видобутку уламкових матеріалів споруджували неглибокі шурфи, що розкривали золотоносний шар порід. Підйом здійснювали коловоротами. Серед завезеної техніки були парові котли: для розморожування мерзлого ґрунту використовували пару. Середній уміст золота на ділянках старателів дорівнював 4–6 г/м^3. Заповітний метал був здебільшого у вигляді золотого піску, самородки знаходили рідко.

Основні обсяги золота було видобут протягом перших п'яти років після спалаху золотої лихоманки, але старательські роботи велися до 1930-х рр., конкуруючи з промисловим видобутком драгами. Починаючи з 1910 року на Клондайку працювали найбільші драги свого часу (довжина 40 м, 76 черпаків місткістю по 16 кубічних футів), які живилися від спеціально збудованої гідроелектростанції. Давні розсипи на схилах завтовшки 60 м і більше розроблялися за допомогою потужних гідравлічних машин, причому стінки розрізних виробок стояли на всю висоту і завдяки вічній мерзлоті не обвалювалися. Промисловий видобуток давав у кращі роки до 1,5 т коштовного металу. За весь час експлуатації родовищ

Клондайку було видобуто понад 300 т золота (здебільшого у перші роки розробок).

Уже через два роки після відкриття Клондайку було знайдено винятково багаті розсипні родовища Ном (півострів Сьюард у штаті Аляска). У 1898 році човен шведських золотошукачів, який плив із затоки Головніна вздовж узбережжя Берингового моря, був затриманий бурею поблизу мису Ном. Щоб не гаяти часу, старателі розпочали пошуки золота в струмку Анвіл-Крик, що впадав у річку Снейк. Уже перші проби шліху перевершили всі очікування. У Анвіл-Крик і навколишніх струмках було відкрито справді казкові розсипи. Уже в наступному році табір старателів перетворився на місто гірників Ном, у якому мешкало понад 3 тис. жителів.

У 1899 році Ном зажив світової слави, оскільки тут уперше в історії гірництва було знайдено морські золоті розсипи. Комусь спала на думку ідея спробувати промивати морський пісок узбережжя Берингового моря, і дуже пощастило з потраплянням саме на ділянку золотого розсипу. Вона виявилася такою багатою, що кілька старателів за два місяці намили золота більш ніж на мільйон доларів, що сприяло широкій розробці морського узбережжя. Походження цього розсипу пов'язане з інтенсивним розмивом золотовмісних галечників прибережних гірських масивів. Хвилі, рухаючись, виконали роботу, схожу на промивання піску в лотку, сконцентрувавши більш важкі частинки золота на донному шарі глини. Товщина найбільш багатого золотоносного шару піску дорівнювала 60 см. Довжина узбережного розсипу сягала 25 км.

У 1902 році у Номі відбулося нове геологічне відкриття. Подібно до розсипів давньої річкової системи було знайдено золотий розсип колишнього морського берега, який простягнувся паралельно сучасному берегу (довжина розсипу — 14 км). У 1905 році було відкрито третій, найбагатший береговий розсип на відстані 5,5 км від сучасного узбережжя. За аналогією з розташуванням ліній давніх берегів на суші, були прогнозовані обриси колишніх берегів, зараз покритих водою. Це допомогло відшукати підводні золоті розсипи Нома.

Завдяки високій концентрації та легкості розробки золотих розсипів Нома на 1912 рік було видобуто понад 90 т золота, тобто щороку 6–11 т (загальна кількість добутого тут коштовного металу досягла 111 т). З 1910 року, крім старательської розробки, почали використовувати потужні драги й гідромонітори, проте старательський лоток ніколи не виходив з моди.

Останнім великим відкриттям на Алясці були золоті розсипи Фербенкс у басейні річки Танана (ліва притока Юкону), виявлені в 1902 році. Більша частина розсипів була перекрита сучасними відкладеннями завтовшки до 40–50 м. Розробку вели за допомогою неглибоких підземних виробок із використанням пари для розморожування мерзлих порід. У Фербенксі видобуто понад 230 т золота, причому гірничі роботи велися до кінця 1960-х років. Загалом Аляска (без Клондайка) дала близько 920 т золота й стала «золотим штатом» США. Показово, що тільки видобуте тут золото майже в тисячу разів перевищило суму, заплачену урядом США за Російську Америку (7 млн 200 тис. доларів), а було ще багато нафти й інших природних ресурсів. Історія полярного золота стала значною мірою епосом Канади й США, відкриттям малодоступних територій цих країн для самих себе і для всього світу, потужним валютним забезпеченням стрімкого економічного розвитку Північної Америки.

7.2. Австралія та Південна Африка

Ніби огнище, раптово
Диким полум'ям заграла
Кров у людях, що жадали
Золота і насолод.

Генріх Гайне «Біміні»

Австралійські золоті розсипи та жили

Магічна влада золота продовжувала свій поступ континентами Землі. Не встигла вгамуватися лихоманка в Каліфорнії, як розпочалася нова — в Австралії. Показово, що відкриття цього континенту на початку XVII ст. відбулося саме під час пошуків португальськими й голландськими мореплавцями «золотих островів» Індійського океану. Пошук легендарної золотої країни Офір царя Соломона дав назву Соломоновим островам, а північно-західне узбережжя Австралії (з латини — «Південної землі») на старих картах позначалося як «берег золота». Це радше була мрія шукачів скарбів, оскільки золота в ті часи не знайшли, ґрунти виявилися майже безплідними, а край загалом — мало привабливим для заселення. Англійський уряд, який після відкриття Джеймсом Куком східного узбережжя Австралії оголосив її своїми володіннями, утворив тут колонію засланих кримінальних злочинців. Кардинальна зміна долі цього континенту була визначена відкриттям багатого золота, яке окреслило нові привабливі перспективи заселення та розвитку країни.

Ініціатором пошуків золота в Австралії був відомий англійський геолог Р. Мурчісон, широко знаний як відкривач пермської системи (дослідження в Росії у 1840–1841 рр.). Він обґрунтував геологічну схожість Великого Вододільного хребта Австралії із золотоносним Уралом і запевняв, що «знайдуть тут золото у великій кількості, якщо будуть шукати в наносних породах». Мурчісон кількаразово звертався до англійського уряду, закликаючи

допомогти йому в організації пошукових робіт. Здогадки вченого повністю підтвердились, хоча розвідка й відкриття коштовного металу були здійснені не державною, а приватною ініціативою.

Окремі знахідки золотих самородків фіксували в Австралії з 1823 року, але колоніальна влада (зокрема губернатор Дж. Гіпс), побоюючись наслідків відкриття золота в країні каторжних поселень, приховувала будь-яку інформацію з цього приводу. З іншого боку, в Австралії ще не було справжніх шукачів розсипного золота, а окремі частинки благородного металу, випадково вилучені з рідкісних кварцових жил, не давали надії на багаті родовища.

Перше розсипне алювіальне родовище було знайдено в 1851 році в Новому Південному Уельсі. Його відкрив старатель Едвард Харгрівс, який безуспішно шукав золото в Каліфорнії. Повернувшись на батьківщину, він переніс американський досвід пошуків на рідну землю й здійснив щасливі розвідки на річці Маккуорі (200 км західніше Сіднея). Перші копальні було названо на честь біблійної країни золота «Офір». У тому ж 1851 році в штаті Вікторія (Південно-Східна Австралія) було знайдено величезне розсипне родовище, що спричинило спалах нової золотої лихоманки, причому вже 1852 року за кількістю золота Австралія, обійшовши Каліфорнію, вийшла на перше місце (46 % світового видобутку). Знахідки золотоносних розсипів і корінних родовищ мали подальший розвиток 1863 року, коли було виявлено родовища Квінсленда (долини річок Бойн і Палмер). У 90-х роках XIX ст. було знайдено золоті скарби Західної Австралії (зокрема величезне золоторудне поле Калгурлі), що розроблялися до 1963 року.

Звістка про знахідку австралійських золотих розсипів швидко облетіла світ, і вже в 1851 році до країни прибули понад 150 тис. старателів. Загалом золоті лихоманки збільшили населення континенту втричі, а кількість мешканців штату Вікторія — всемеро. Численні стоянки й наметові табори старателів розпорошилися на значних територіях Східної Австралії. Розробка розсипних родовищ ускладнювалася тут нестачею води для промивання шліху, а отже, застосовували здебільшого сухе збагачення золотоносного

піску. Воно передбачало просівання уламкового матеріалу та відокремлення більш легкого піску й дрібних уламків порід від золота повітряним струменем, що утворювався ручним вентилятором. Таким способом можна було розробляти лише дуже багаті розсипи, тому воду шукали не менш ретельно, ніж золото.

Ось як описав Марк Твен у чудовій книзі подорожей «Екватором» («Following the Equator») події австралійської золотої лихоманки: «...там, де нині стоїть місто Балларат, були безлюдні лісисті землі, тихі й прегарні, як рай... 27 серпня 1851 року тут виявили колосальне родовище золота. Звістка про знахідки рознеслася миттєво — зі швидкістю блискавки облетіла всю земну кулю. Навряд чи історія знає місто, яке зажило світової слави так швидко. Ніби назва "Балларат" раптом спалахнула на небі вогняними літерами й усі прочитали її одночасно... Протягом одного місяця в Мельбурні висадилися сто тисяч чоловік, що прибули з Англії та інших країн, і вони наповнили копальні. Як дивно розживалися ці люди! Прибульці встигали збагатитися, доки розвантажувалось і знов завантажувалось їхнє судно... Верхній шар балларатської землі був повний золота... Потім почали глибокими шахтами спускатися вглибину в пошуках кам'янистих русел давніх річок і струмків — і знаходили їх... Зрештою дійшла черга до кварцових жил. Їх розробка — не для бідаків. Якщо ви вирішите добувати й дробити кварц, запасіться терпінням, витримкою та капіталами. Утворилися великі акціонерні товариства...»

Разом зі старателями на пошуки золота прибували досвідчені геологи й гірничі інженери, яким вдалося виявити особливості австралійських родовищ і винайти корінні поклади. Було з'ясовано, що золотоносні родовища представлені новими й давніми розсипами, жильними родовищами, а також штокоподібними та пластовими покладами руд. Особлива увага приділялася скелястим пасмам Вікторії, що виявилися останцями, складеними золотовмісними кварцовими жилами, у яких знаходили самородки великих розмірів. Знайдені жили були частиною великої золоторудної зони, що об'єднувала родовища Бендіго і Балларат (приблизно

за 100 км на північний захід від Мельбурна). Їх геологічна будова представлена свитою увігнутих і випуклих складок сланців і пісковиків (т. зв. сідлоподібна форма), причому розташовані у склепіннях лінзи рудного кварцу містили сірчистий колчедан із самородним золотом. Родовища Східної Австралії відрізнялися небувалою кількістю самородків. Вже у перше десятиліття видобутку було знайдено десять самородків вагою понад 30 кг. Зокрема найбільшими у світі стали «Жаданий прибулець» (вага близько 70 кг) і «Плита Холтерманна» (93,3 кг золота). Такі знахідки успішно використовували для переконання старателів і гірників із різних країн працювати саме в Австралії.

Доволі швидко розсипні родовища були значною мірою вичерпані, причому за одне десятиліття — з 1851 по 1860 рік — Австралія дала 829 т золота (майже стільки ж, як Північна Америка за весь час експлуатації родовищ). Далі розпочалася підземна розробка золота, причому вже наприкінці XIX ст. глибина розробок сягала 600 м. Чимало старателів з часом почали працювати гірниками на золотих рудниках. Середній видобуток золота в 90-ті роки XIX ст. становив близько 65 т на рік, причому більшу частину його як і раніше давали Вікторія та Квінсленд, де розробки тривали майже століття.

Алмазна лихоманка на півдні Африки

Наприкінці XIX ст. перелік найбільших золоторудних провінцій світу очолила Південна Африка, причому відкриттю золота в цьому регіоні передувала всеосяжна алмазна лихоманка, яка значною мірою вплинула також на освоєння золотих родовищ. Європейське заселення Південної Африки почалося в середині XVII ст., коли голландські кальвіністи заснували поблизу мису Доброї Надії свою першу общину, а в 1652 році — місто Капштадт (Кейптаун) як проміжний порт на шляху до казкових скарбів Сходу. Наприкінці XVIII ст. починається захоплення Капської колонії англійцями, що змусило голландських поселенців переселитися на

незаймані північно-східні території та заснувати дві незалежні республіки — Трансвааль і Оранжеву.

Їх вимушений вихід (велике переселення) 1836–1838 рр., коли каравани з тисяч фургонів залишали свою країну й прямували за тисячу кілометрів на необжиті землі, дозволив бурам певною мірою зберегти свою ідентичність, спосіб життя, релігійні погляди. Поселенці називали себе бурами (від «boere» — селяни, фермери) або африканерами, оскільки вважали себе громадянами Африки (подібно до американців у США).

Нові землі виявилися не тільки родючими, а й багатими на різноманітні корисні копалини. Алмази відкрили в 1866 році на пустельному плоскогір'ї Кару. Син фермера-африканера Еразм Якобс знайшов серед гальки на березі ріки Оранжевої (округ Гон-Тоун) блискучий камінець, який виявився алмазом і вже в наступному році експонувався під ім'ям «Еврика» на Всесвітній виставці в Парижі. До цієї знахідки видобуток алмазів пов'язували лише з індійською Голкондою та бразильським штатом Мінас-Жерайс, що робило африканський діамант справжньою геологічною сенсацією. Цікаво, що родина Якобсів відмовилася від грошової компенсації за знайдений алмаз, оскільки вважала, що камінь стільки коштувати не може, а брати гроші за дар природи — гріх.

Найближчим часом місцеві фермери виявили нові коштовні камені й серед них легендарний алмаз «Зірка Південної Африки» (83,5 карата). Відомі випадки, коли алмази виблискували навіть у стінах будинків фермерів, збудованих із місцевих глини та каміння. Звістка про ці знахідки швидко облетіла світ, і вже в 1869 році близько 10 тис. старателів «перелопачували» береги річок Оранжевої та Вааля (за два наступні роки кількість прибулих зросла до 60 тис. осіб). Журнал «Даймонд філдс адвертайзер» так описував спалах алмазної лихоманки: «Моряки тікали з кораблів, солдати дезертирували з армії, поліцейські кидали зброю й звільняли в'язнів, торговці кивали п'ятами зі своїх успішних підприємств, а службовці — зі своїх контор, фермери залишали свої стада і всі наввипередки бігли до берегів річок Вааль і Оранжевої...»

Видобуток здійснювали шліховим методом, промиваючи пісок і уламковий матеріал річкових берегів. Крім звичайних лотків використовували промивальні установки жолобчатого типу. За назвою річкових розробок («river diggings») шукачів алмазів іменували дигерами. Центральний табір старателів розташовувався в районі найбагатших розсипів у Пнілі на річці Вааль.

Важливий вплив на організацію та перспективи розробок мала геополітична ситуація навколо алмазних родовищ. Бажання дигерів захистити свої розробки привело до оголошення Республіки Алмазних Полів, яка утворилася під проводом колишнього каліфорнійського золотошукача С. Паркера й управлялася сходками старателів. Вольниця дигерів існувала недовго, що значною мірою було зумовлено розташуванням родовищ на суперечливому прикордонні Капської колонії англійців та Оранжевої республіки бурів. Урешті-решт «неупереджені» англійці згадали права туземного населення й домоглися передачі цих земель миролюбному племені гриква, яке невдовзі попрохало «захисту» в Британії. Таким чином райони алмазних розробок увійшли до складу Капської колонії. Автором цієї хитромудрої операції був британський міністр у справах колоній лорд Кімберлі (Дж. Вудхаус), ім'я якого за збігом обставин назавжди залишилося в історії алмазів.

З часом коштовні камені було знайдено на схилах гірських масивів, на південний схід від річки Вааль. У 1871 році було виявлено перші багаті алмази на пагорбі Кольсберг, де виникло поселення старателів Кімберлі (назване на честь вищезгаданого лорда). Дигери, серед яких було чимало колишніх золотошукачів, вважали (за аналогією до покладів розсипного золота), що в навколишніх гірських масивах мають бути розсипи алювіальних відкладень, пов'язані з давньою річковою мережею. Алмази було знайдено в крихких поверхневих відкладеннях, які помилково вважали алювіальними розсипами, а підстильний шар вапняку — породами річкового галечнику. Ця помилка призвела до розробки «розсипів» лише в поверхневому шарі (до вапняків), причому відпрацьовані з поверхні ділянки різко падали в ціні як безперспективні. Справжньою сенсацією була

знахідка алмазів на більш глибоких горизонтах, нижче рівня галечнику, де розсипів, як вважали, принципово не могло бути.

Як з'ясувалося пізніше, родовище в Кімберлі було воронкоподібним геологічним тілом, заповненим брекчієподібною породою («жовтою», а глибше — «синьою» землею), що включала алмази. Такі поклади, що стрімко йшли в земні надра, дістали геологічну назву «кімберлітові трубки» (за місцем виявлення першого подібного покладу). На землях Капської колонії та Оранжевої республіки невдовзі було знайдено сім кімберлітових трубок, виходи яких на поверхню мали в плані круглу або овальну форму діаметром від 25 до сотень метрів. Коли відбувалося природне руйнування й розмив таких родовищ, коштовний мінерал розносився схилами долин, потрапляв у річки й формував розсипні (вторинні) родовища алмазів.

З ділянок («полів») «Де Бірс» [128], «Кольсберг»і «Блумфонтейн» у межиріччі Вааля й Модлера розпочався новий етап видобутку алмазів — розробка не розсипів, а первинних корінних покладів. Землі кількох фермерів викупили спритні агенти з нерухомості, поділили на ділянки (до 100 м²) та віддали в оренду старателям. Ціна оренди постійно зростала, а розміри ділянок зменшувалися. Щоб сплачувати оренду, старателі об'єднувались у невеликі артілі. Пізніше під тиском дигерів ділянки почали продавати їм у приватну власність. Частину земель купив уряд Капської колонії, який запровадив нові умови розробок. Уся площа родовища була поділена на квадрати зі стороною приблизно 9,5 м. Заволодіння ділянками здійснювалось «за правом першого», причому орендувати можна було лише один майданчик. На сотнях маленьких ділянок одночасно працювали десятки тисяч старателів. Наприклад, на руднику «Кімберлі» (пагорб Кольсберг) у 1876 році

[128] За назвою колишньої ферми братів Де Бірс, на землях якої було знайдено багаті алмази й засновано копальні. Прізвище власників ферми було Де Боурс, але внаслідок описки або друкарської помилки в історію ввійшла назва «Де Бірс».

було 1600 окремих «полів». Лише після численних поступок і перепродажів земель рудного району вдалося дещо збільшити розміри приватних ділянок.

Згідно зі встановленими нормативами доступ до окремих розробок у Кімберлі забезпечували залишені між виробками смуги землі шириною 4,7 м, на яких пролягали дороги. Відкриті виробки у вигляді окремих котлованів швидко поглиблювалися, проходи між ними обвалювалися й незабаром злилися у величезний кар'єр Біг Хоул (Велика діра). Його глибина дорівнювала 200 м, а площа чаші — близько 17 гектарів, через що цей кар'єр вважався найбільшою рукотворною виробкою в історії гірництва.

Ось як описує Біг Хоул відомий чеський дослідник Африки Е. Голуб, який побував у Кімберлі наприкінці 1872 року: «Виробки можна порівняти з величезною котловиною у вигляді кратера. На її чотирикутних ділянках хаотично розкидані маси землі: в одному місці — у вигляді стовпів, башт, пласких гір, в іншому — у вигляді ям, валів, ровів, уступів. Не треба мати занадто жваву уяву, щоб цей лабіринт нагадав місто, зруйноване сотні років тому, а зараз знову покликане до життя якимось дивом».

Зосередження великої кількості окремих виробок в одному кар'єрі ускладнювало транспортування руди до місць збагачення, оскільки її треба було доставляти через ділянки різних власників. Щоб розв'язати проблему, влаштували триярусну систему канатних доріг, що тяглися від добувних ділянок до бортів кар'єру. Рудник нагадував гігантське фантастичне павутиння, яке видзвонювало дивною музикою від звуків коліс підвісних вагонеток. Наведемо опис цього рудника 1880 року: «...перед нами відкривається внизу бездонне провалля, величезне глибочіння овальної форми. Навколо верхнього контура кар'єру працює близько 10 тис. робітників. Унизу на глибині кубляться чорні пігмеї. Через весь цей величезний колодязь від вінця до дна простяглася щільна мережа незліченних залізних канатів; деякі опускаються майже вертикально, інші простяглися далеко в центр. Цими тросами за допомогою розташованих нагорі рушіїв витягають із дна колодязя цебра з

алмазовмісною породою. На поверхні породу подрібнюють молотками й просіюють крізь сита, що гойдаються подібно до дитячих колисок, а на сітках залишаються алмази...» З 1 м^3 кімберлітової породи отримували в середньому 4 карати алмазів.

Днище котлована з висоти пташиного польоту нагадувало шахівницю з «клітинками» різної висоти (результат різної швидкості розробки окремих ділянок). Численні обвалення бортів кар'єру й пов'язані з цим нещасні випадки унеможливлювали поглиблення гірничих робіт. У 1884 році розпочалася розробка кімберлітової трубки шахтним способом, який передбачав спорудження на безпечній відстані від чаші кар'єру вертикальних стовбурів, розкриття покладу квершлагами й камерну розробку на кількох горизонтах.

Реалізація подібних проектів, підвищення загальної ефективності робіт, узгодження цінової політики на ринку алмазів потребували об'єднання старателів у великі компанії. Збільшення, а з часом і монополізація компаній з видобутку алмазів пов'язана з ім'ям Сесіла Родса, який починав свою кар'єру звичайним старателем і гірничим інженером (забезпечував водовідлив на копальнях), а завершив прем'єр-міністром Капської колонії. У 1880 році Родс скупив основну частину ділянок рудника «Де Бірс» і заснував гірничу компанію «Копальні Де Бірс» («De Beers Mines»). Щоб запобігти перенасиченню ринку алмазів, Родс висунув ідею оздоблення кожної шлюбної обручки діамантом і провів успішну світову кампанію з популяризації цього «винаходу». Родс із самого початку ставив за мету безконкурентний видобуток алмазів, тобто об'єднання під своїм проводом усіх промислів і створення в результаті «світової алмазної імперії». Для цього він заручився фінансовою підтримкою банківського дому Ротшильда («банкіра короля й короля банкірів»), невдовзі скупив розробки Французької гірничої компанії й змусив свого головного конкурента Барні Барнато (Ісака Барнета) увійти з рудником «Кімберлі» у корпорацію «Де Бірс», яка в 1887 році була реорганізована в міжнародну корпорацію «Об'єднані рудники Де Бірс» («De Beers Consolidated Mines»). Заснований у 1893 році Лондонський алмазний синдикат ще більше підсилив позиції

«Де Бірс» і забезпечив регулювання цін, попиту та пропозиції на світовому ринку алмазів [129].

Серед найважливіших придбань компанії «Де Бірс» — найбільша кімберлітова трубка Трансвааля — «Прем'єр» (розміри поверхневих виходів 924×462 м), яка була відкрита Томасом Куллінаном у 1902 році. Його ім'ям названо найбільший огранений алмаз світу, знайдений у Трансваалі в 1905 році. Його вага становила 3106 каратів (621,2 г), а розміри — 110×65×50 мм. Надалі алмаз було поділено на 9 великих і близько 100 малих каменів. Найбільший — Куллінан I (530 каратів) — прикрасив Британський монарший скіпетр, а Куллінан II (317 каратів) — корону Британської імперії.

Для зменшення витрат на найважчі гірничі роботи наймали корінне африканське населення. Задля «підвищення дисципліни» й унеможливлення крадіжок і контрабанди алмазів туземців утримували у спеціальних таборах — компаундах. Ось як описує самовидець роботу африканців на алмазних копальнях: «У глибині гірничих виробок, у світлі свічок, що ледве розвиднювали штольні, вони здаються захопленими своєю працею, орудуючи молотком і ломом. Тверді породи руйнують динамітом, а більш піддатливі — відбивають кайлом. Чорні, майже оголені люди супроводжують свою тяжку й небезпечну працю в підземному мороці монотонним співом.

[129] Самогубство Б. Барнато в 1897 році та смерть С. Родса в 1902-му привели до переходу корпорації «Де Бірс» під контроль Ротшильдів. З 1913 року провідним акціонером «Де Бірс» стає Ернст Оппенгеймер (голова правління з 1929 року), який, спираючись на банківській дім Дж. П. Моргана (США), засновує «Англо-американську корпорацію в Південній Африці» та стає найбільшим власником алмазних копалень у Південній і Південно-Західній Африці, а також золотих рудників Вітватерсранда. З часом корпорація Оппенгеймера майже повністю монополізує видобуток корисних копалин Південно-Африканського Союзу й зберігає світову монополію на видобуток, обробку та торгівлю алмазами (до відкриття кімберлітових трубок у Якутії в 1954 році, коли на ринок алмазів вийшов колишній СРСР).

Навіть за тьмяного світла свічі зрідка можна угледіти алмаз, заради якого ллється піт і гинуть люди. У цих умовах неважко приховати найбільш цінні камені. Ще легше зробити це на поверхні, де розкладена для вивітрювання "синя земля". Неграм, які працювали на цих полях, одягали на руки шкіряні мішки з міцним затвором у вигляді рукавиць, які дозволяли виконувати роботу, але перешкоджали приховувати алмази.

Територію алмазного рудника оточували двома стінами з хвилястого заліза, між якими бігали сторожові пси, а також огорожею з колючого дроту. На брамі — суворий контроль, причому без дозволу наглядачів ніхто не міг вийти назовні. Усередині цих своєрідних таборів розташовувалися промивальні, бараки для робітників, їдальні й усі допоміжні служби.

Лише раз на місяць кафрів відпускали в бари та кав'ярні, де вони після каторжної праці могли поринути в забуття за склянкою віскі чи з трубкою п'янкого опіуму. Звісно, що випускали їх з території рудника не просто так, а після повної зміни одягу, очищення шлунка, ретельного огляду рота, носа, вух тощо. Ну, а якщо хто-небудь з них намагався вночі проповзти під колючим дротом, то цілком законно куля констебля була зобов'язана покласти край його життю.

Алмазодобувні компанії для боротьби з «витоком» коштовних каменів насаджували систему провокаторів, які входили в довіру до робітників, видаючи себе за покупців крадених каменів. Уряд також підтримував компанії в боротьбі з крадіжками алмазів. Ухвалювалися закони, згідно з якими купувати коштовний мінерал могли лише особи, що отримали особливий дозвіл. З решти людей, у кого знаходили необроблені алмази, стягали штраф в особливо великих розмірах. Виконавча влада мала дуже розлогі повноваження, якими часто зловживала, використовуючи їх без розбору за найменшою підозрою» (за В. Мілашевим). До кінця XIX ст. сумарний видобуток алмазів у Південній Африці становив близько 60 млн каратів (12 тис. кг).

Золото Вітватерсранду

Створення великих алмазодобувних компаній на Півдні Африки забезпечило працею багатьох дигерів, які обіймали на копальнях посади десятників або майстрів (найважчу частину гірничих робіт виконувало негритянське населення). Проте частина старателів вирішила продовжувати самостійні пошуки алмазів і золота на незайманих територіях, зберігаючи звичну незалежність. Окремі золоті самородки знаходили у Трансваалі вже з 50-х років XIX ст. У 1853–1854 рр. досвідчений золотошукач Маре пройшов майже всіма річками Трансвааля, розвідуючи золото на каліфорнійський манер (шліховим методом). Він натрапив на золото лише в малих кількостях на річці Юксней (поблизу сучасного Йоганнесбурга). Незначними були й знахідки першого досвідченого геолога Карла Мауха (1867 р.). Загалом у розпал алмазної лихоманки окремі випадки виявлення золота (у невеликих кількостях) відходили на другий план, хоча деякі відчайдухи вперто продовжували його пошуки.

У 1870 році було знайдено перше розсипне золото на сході Трансвааля, поблизу Лейденбурга (родовище назвали «Відпочинок пілігримів»). На звістку про його відкриття «відгукнулись» тисячі старателів (у тому числі з австралійських родовищ Бендіго й Балларат), для яких не стали перешкодою ані віддаленість і необжитість території, ані тропічні хвороби, ані навіть численні леви й крокодили, що наганяли жах на тутешніх мешканців. Розсипи золота виявилися незначними й повністю вичерпалися протягом трьох років. У 1882 році недалеко від родовища «Відпочинок пілігримів» у межиріччі Коматі й Крокодилової було знайдено багате жильне золото й закладено рудник «Золотий кар'єр», який давав рекордний уміст золота на тонну (150–210 г), але його багаті ділянки також були вибрані досить швидко.

Виявлені родовища сприяли більш ретельним пошукам золота, у яких брали участь сотні старателів, але результати їхньої наполегливої праці були майже марними. Розвідки золотошукачів

«каліфорнійської школи», що використовували шліховий метод, не давали успіху (крім окремих невеликих розсипів), оскільки геологічні умови залягання золота на півдні Африки суттєво відрізнялися від усіх відомих на той час. Відкриття тут потужних родовищ благородного металу супроводжувалось зламом наявних геологічних уявлень щодо типів руд золота. Задля відкриття родовищ треба було зрозуміти, що численні виходи пластів галькових конгломератів, які довгими невисокими гребенями («рифами») простягалися степовою поверхнею, можуть включати золото й бути новим, незвичним типом золотовмісної геологічної формації. Сила-силенна золотошукачів пройшла повз ці рифи на півдні Трансвааля без жодних наслідків. Перший, хто здолав інерцію «каліфорнійського» мислення й здогадався про новий тип золотих родовищ, був геолог Фред Штрубен. Він починав успішним старателем на розсипному родовищі «Відпочинок пілігримів», а в 1884 році започаткував розробку конгломератів: встановив дробарки, найняв робітників і отримав перші унції коштовного металу. Аналіз зразків показував наявність золота у цементному камені, що скріплював гальку конгломератів.

Найбільше золоте родовище світу було відкрите у квітні 1886 року. Лаври першовідкривачів дісталися робітникам Ф. Штрубена — австралійському старателю Дж. Гаррісону та Дж. Волкеру, які поблизу ферми Ланглаагте (майбутній Йоганнесбург) виявили пласт із промисловим вмістом золота (виходи Головного рифа). Лише Штрубен, у якого вже склалося уявлення щодо протяжності виходів конгломератів і їх значення, зумів оцінити справжню суть відкриття. У стислі терміни він скупив навколишні землі (наскільки йому дозволили статки), але то була лише невеличка ділянка колосального родовища Вітватерсранд [130]. Приземкувате пасмо Вітватерсранда (перекладається як Хребет

[130] Частіше використовують скорочену назву Ранд (повна назва мовою африканс — Вайт Вотерс Рідж). Грошова одиниця ПАР була названа на честь цього великого родовища рандом.

Білих Вод) простяглося майже на 45 км, поділяючи притоки річок Лімпопо (північний схил) та Вааля (південний). Товщина рудних шарів коливалась від декількох десятків сантиметрів до 4,5 м. Верхнє крило пластів (до 40 м від поверхні) містило золотовмісні колчедани, що вже розклалися. Вилучити метал із них традиційними способами (подрібнення, амальгамація) було нескладно. Середній уміст золота при цьому становив близько 19 г на тонну. Натомість більш глибокі поклади містили золото, хімічно зв'язане з колчеданом, що (до винайдення особливих технологій) робило недоречним його видобуток. Розробку покладів вели спершу відкритими способами, а потім похилими виробками в площині пласта. Пізніше використовували розкриття покладів вертикальними стовбурами й квершлагами.

Поблизу першої знахідки золота незабаром виник табір старателів, куди збиралася вельми різноманітна публіка. Звичаї, що панували тут, забезпечили красномовну назву селища — Півмилі пекла, — надалі перейменованого на Йоганнесбург. Протягом першого десятиліття видобутку сюди переселилося понад 100 тис. золотошукачів (що майже вдвічі перевищувало кількість корінного населення Трансвааля). Золота лихоманка проявилася в швидкому скуповуванні рудних ділянок, утворенні десятків видобувних компаній, біржових спекуляціях їхніми акціями. На відміну від розробки розсипів, видобуток руд золота в міцних породах відразу потребував значних капіталовкладень, що привело до об'єднання старателів у компанії (артілі), які збільшувалися, поглинаючи одна одну.

Старателі (ойтландери [131]), що прибували в Трансвааль, були здебільшого англійцями, а відносини країни бурів з Британською імперією дедалі більше ускладнювались, особливо після переходу контролю над видобутком золота до компанії Сесіла Родса «Руд-

[131] Тобто «іноземці». Так бури називали золотошукачів, підкреслюючи тим, що це прибульці лише за золотом, які не визнають традицій і звичаїв Трансвааля й не збираються облаштовувати тут своє майбутнє життя.

ники Ранда». Показово, що саме на гроші від алмазів Кімберлі були скуплені ділянки й приватні компанії Вітватерсранда. Всемогутній володар Капської колонії, який нещодавно додав до англійської корони багаті на золото землі у межиріччі Лімпопо й Замбезі (на честь Родса цю країну було названо Родезія), вважав за можливе анексувати золотоносні провінції Трансвааля. У цьому випадку приватні інтереси компанії Родса повністю збігалися з його політичною доктриною світового володарювання Британії. Розроблені ним ідеї геополітичного проекту «Символ віри» полонили багатьох англійських інтелектуалів, зокрема К. Дойла, Р. Кіплінга, Р. Хаггарда та ін. Завжди іронічний Марк Твен характеризував Родса так: «Він до сього дня стоїть на карколомній висоті, під самим куполом неба, залишаючись дивом свого часу, загадкою нинішнього віку, архангелом з крилами — для однієї половини світу й дияволом з рогами — для іншої. Відверто визнаю, я захоплююсь ним; і коли проб'є його година, я обов'язково куплю на згадку шматок мотузки, на якій він буде повішений».

Бури (африканери), які зберігали відданість фермерському устрою життя, глибоку релігійність, звичаєвий консерватизм (їх майже не вдалося «заразити» ні алмазною, ні золотою лихоманками), стримували подальшу колоніальну експансію англійців. Вельми характерною була пророча реакція останнього президента Трансвааля Пауля Крюгера на знайдення золота Ранда: «Не кажіть мені про золото. Це метал, від якого отримують менше користі, ніж чвар, нещасть та злигоднів... Я кажу вам: кожна унція, вилучена з нашої землі, потягне за собою потоки сліз і крові тисяч кращих із нас». Надія бурів була лише на те, що інтенсивні розробки у стислий час вичерпають золоті родовища й тисячі невгамовних старателів нарешті покинуть їхню країну. Крах цих надій і остаточний «вирок» Трансваалю зумовили дві обставини: свердловини, пробурені в рудні тіла на великі глибини (у 1890 р. свердловина «Ранд Вікторія» досягла глибини 703 м), дали керни, багаті золотом, а винайдення шотландськими вченими Дж. Мак Артуром та братами

Форрестами способу вилучення золота ціануванням [132] зробило доцільним видобуток золото-колчеданових руд на значних глибинах.

Перша спроба анексувати Вітватерсранд сталася новорічного тижня 1865–1866 рр. і увійшла в історію під сумнозвісною назвою «рейд Джеймсона». Натхненником акції, скерованої на військове захоплення Йоганнесбурга та організацію повстання ойтландерів проти бурів, виступив Сесіл Родс. Очолив виступ генеральний адміністратор його компанії Ліндер Джеймсон. В експедиційному корпусі було близько 600 охоронців із рудників Родса, кінних родезійських поліцейських і старателів-добровольців. Рейд Джеймсона виявився для загарбників катастрофічним: бури під проводом славнозвісного воєначальника Піта Кроньє оточили й винищили більшу частину англійців, змусивши Л. Джеймсона капітулювати. Заколотники в середовищі ойтландерів Йоганнесбурга були також знешкоджені. В Англії цю поразку сприйняли лише як пролог до майбутньої великої війни за золото Ранда. Саме Джеймсонові присвятив «співець імперії» Р. Кіплінг один зі своїх найбільш проникливих поетичних шедеврів — вірш «Якщо» («If»), у якому натякає, що все попереду:

І ти свій крах сприймаєш як вимогу
Свою роботу починати знов...

Ось як описав «причини незгоди» (з позицій Британської імперії) славетний англійський письменник Артур Конан Дойл у фундаментальному дослідженні «Англо-бурська війна»:

«Може здатися, що є якийсь зв'язок між безплідністю земної поверхні та цінністю корисних копалин під нею. Скелясті гори Західної Америки, безводні рівнини Західної Австралії, закуті в кригу

[132] Спосіб вилучення золота шляхом ціанування вперше в 1844 році розробив П. Багратіон (небіж відомого генерала, героя Вітчизняної війни 1812 р.), але винахід не дістав широкого розголосу. Незалежне винайдення способу Мак Артуром і братами Форрестами відбулося як розв'язання певної проблеми руд Вітватерсранду.

ущелини Клондайка й пустельні схили вельда у Вітватерсранді — під ними розташовані величезні сховища світових скарбів.

Про наявність у Трансваалі золота було відомо й раніше, але тільки в 1886 році стало зрозуміло, що родовища, розташовані приблизно за тридцять миль південніше столиці, навдивовижу багаті. Особливістю рудників Ранда є те, що по всьому золотоносному конгломерату метал розподілений приблизно рівномірно, й підприємство може розраховувати на стабільність, а це нехарактерно для такої галузі, як золотовидобуток. Нині там радше кар'єри, ніж шахти. Додайте до переваг те, що рудні поклади, які першими розроблялися при відслоненні, тепер досліджені на дуже значні глибини та, як виявилося, мають характеристики, рівнозначні поверхневим.

Таке відкриття мало відповідний ефект. У країну кинулася величезна кількість шукачів пригод; деякі з них були гідними людьми, а інші — зовсім навпаки... Тут розробка не заохочувала індивідуального старателя, самородки не виблискували під товкачем для подрібнювання руди, як у Балларат, не віддячували золотошукачів за труди, як у Каліфорнії. Це родовище потребувало складного обладнання, яке міг забезпечити тільки капітал. Управлінці, інженери, рудокопи, технічні спеціалісти, крамарі та маклери, що годувалися з рудників, були ойтландерами. Вони походили з усіх земних народів, але переважну більшість становили англійці. Незабаром населення районів золотовидобутку перевищило кількість трансваальських бурів, причому воно складалося переважно з молодих людей, розумних і енергійних. Ситуація склалася доволі дивна...» Далі Дойл зупиняється на нібито реакційності Трансваальської держави, великих податках на ойтландерів, відсутності в них виборчого права, називає інші побічні причини, що дали формальні підстави для вторгнення.

У 1899 році розпочалася англо-бурська війна. Три роки бури героїчно протистояли найпотужнішій імперії світу, проте, незважаючи на блискучі дії армії Трансвааля й повсюдний мужній спротив населення країни, — незалежна держава бурів припинила своє

існування, а золото Ранда повністю підпало під контроль Британії. У світовій громадській думці симпатії та співчуття весь час залишалися на боці відважних бурів. З багатьох країн Європи боротися за Трансвааль їхали добровольці. Красномовним свідченням ставлення до цієї війни в Україні можуть бути спогади письменника Юрія Смолича «Дитинство». Перша глава цієї повісті «Трансвааль» віддзеркалює найсильніше враження дитячих років. За Смоличем, київські інтелігенти відстежували події війни з популярної «Неви», діти на вулицях гралися в бурів, куховарки зітхали через невтішні відомості з війни, а катеринщики постійно заводили найпопулярнішу в тогочасному Києві пісню «Трансвааль, мій рідний край, палаєш ти в вогні… » [133].

Золоті родовища Вітватерсранду виявилися незвичайним явищем природи, сконцентрувавши в собі унікальну кількість промислового золота на Землі — близько 70 тис. т. Вітватерсранд забезпечив небувалий видобуток — понад 40 тис. т золота, що значно перевищує доробок будь-якого іншого родовища чи окремої країни протягом усієї історії (для порівняння: Клондайк дав 300 т, Аляска — 950 т, Каліфорнія — 3,3 тис. т, уся Австралія — 6 тис. т). Сучасний Ранд — це величезний промисловий комплекс, що поєднує інфраструктуру 71 рудника, 39 з яких належать до розряду потужних. На них працює понад 250 тис. гірників. Глибина розробки сягнула 3900 м, зумовивши проблеми високих температур (близько 60 °С) і катастрофічних викидів порід унаслідок високого гірського тиску. Крім видобутку руд, упроваджені у виробництво два великі металургійні комплекси, розраховані на переробку 1,3 млн т старих породних відвалів, які створюють навколо Йоганнесбурга справді фантастичний пейзаж.

Протягом століття золото Вітватерсранду було головним і постійним джерелом надходження цього благородного металу, який вливався в канали світової валютно-фінансової системи (у різні роки родовище забезпечувало від 30 до 80 % світового видобутку).

---

[133] Авторка вірша — Г. Галіна.

Південно-Африканський Союз (майбутня ПАР) — єдина країна світу, де золото в XX ст. було головним продуктом виробництва (і це за величезного видобутку алмазів, платини, вугілля тощо). Британська імперія, здебільшого завдяки Ранду, була майже монопольним постачальником золота на світовий ринок, а США — ледве не одноосібним покупцем південноафриканського золота, що забезпечило американському долару функцію світових грошей. На жаль, частка Африки в розподілі прибутків від експлуатації її надр була мізерною, що також можна вважати наслідком поразки африканерів в англо-бурській війні...

7.3. Північна Азія (Урал і Сибір)

У глибині сибірських руд
Плекайте гордовитий спокій...
О. Пушкін «У Сибір»

Дещо іншими шляхами освоювалися родовища благородних металів у феодальних умовах Російської імперії, на безкраїх теренах Сибіру та Уральських гір. Спроби відшукати золото та срібло Уралу розпочалися ще за князівства Івана III. В останній чверті XV ст. було відряджено кілька пошукових експедицій у північне Приуралля (так звані «походи на Югру»), причому у складі доволі численних військових залог були й загони рудознавців із країн Європи.

Про це свідчать зокрема листи Івана III до угорського короля Матвія Корвіна з проханням прислати досвідчених майстрів гірничої справи для розвідок родовищ на Югрі. Перші уральські експедиції поклали початок довготривалим пошукам, які лише через два століття дали надію на багаті родовища коштовних металів.

Незважаючи на те, що Урал був освоєний росіянами значно раніше, ніж Східний Сибір, перше срібло та золото отримали саме на Далекому Сході імперії. Однією з причин цього були численні перекази про покинуті «мунгальські копальні», які колись нібито давали безліч коштовних металів (про це зокрема згадував Єрофій Хабаров у своєму повідомленні в Якутськ). Імпорт золота з Китаю також окреслював переваги пошуків саме в далекосхідному регіоні. Чутки щодо рудних багатств Даурії (Забайкалля) притягували землепрохідників до воріт Амура, де в 1658 році виникли острог і селище Нерчинськ. Вигідне розташування зробило його центром для приведення корінних народів у російське підданство, для вигідної торгівлі з Китаєм, для пошуку багатих руд. Якутські та єнісейські воєводи, сподіваючись вислужитися перед государем, також змагалися між собою за першість виявлення уславлених «мунгальських копалень».

Точна дата початку гірничих робіт у Даурії залишається не з'ясованою. Найбільш авторитетним є свідчення управителя уральських заводів Георга Вільгельма де Генніна з «Опису Уральських та Сибірських заводів», де йдеться про те, що перші срібні руди виявили й оголосили урядовцям у 80-х роках XVII ст. місцеві тунгуси, брати Аранжа й Мані. Першовідкривачі передали зразки руд Ф. Головіну, який доставив їх у Москву, але за різних обставин «ті руди, хоча вони були вже відомі, залишилися без будь-якого зрушення до 1702 р.».

У цей час у торговому каравані, що прямував через Нерчинськ до Китаю, трапився рудознавець грецького походження Олександр Левандіан. «Він за грецьким звичаєм мав хист до гірничого та плавильного мистецтва, й коли дізнався про ті руди, то взяв їх деяку кількість і учинив пробу своїм коштом, ту пробу відіслав для оголошення в Сибірському наказі, на що отримав 1704 р. розпорядження, згідно з яким велено срібні та інші руди, які знайдуться, виплавляти рудному майстру греку Олександру Левандіанову з товаришами, найманими людьми. І з того року росіянами робота там почалась: видобуток руд у давніх копальнях, і початок заводу, і виплавлення срібла». Того ж 1704 року в Росії розпочалося карбування монет із «домашнього» срібла.

Варто уваги те, що розробки XVIII ст. вели на горі Култучній у «давніх копальнях», що слугували дороговказом до багатих покладів, залишених гірниками минулих епох. Уже протягом першого десятиліття гірничих робіт було виявлено близько 100 перспективних рудопроявів, причому рудники Нерчинського округу стали особистою власністю царської родини. У 1714 році гірничий майстер І. Мокєєв розробив спосіб виділення з місцевих руд попутного золота й отримав перші фунти благородного металу. Цю подію вважають початком народження російського золотовидобутку, проте кількість отриманого в Нерчинську золота завжди була відносно невеликою — від 2 до 20 пудів на рік. Найбільші обсяги видобутку срібла припадають тут на 70-ті роки XVIII ст., коли виплавляли до 10 т металу на рік. З першого нерчинського золота

були карбовані медалі на честь щасливого завершення Північної війни зі Швецією.

Вельми характерними для першого етапу освоєння Сибіру були організаційні форми праці на рудниках. Пошуки й видобуток починали охочі й вільнонаймані люди, але за якийсь час основні гірничі роботи виконували вже приписані до заводів селяни (кріпаки) й заслані до Нерчинська каторжани. Зберігся наказ Павла I, який зобов'язував висилати засуджених «за тяжкі злочини, замість смертної кари, навічно до Нерчинська чи Єкатеринбурга на золоті рудники».

Нерчинські копальні стали найбільш відомою політичною каторгою Росії. Першими політичними засланцями Даурії були ідеолог російського церковного розколу протопіп Авакум і опальний український гетьман Дем'ян Многогрішний, потім тут з'явилися сім'ї розкольників, сановники післяпетровської епохи, декабристи, польські повстанці, революціонери різних таборів. Небагато знайдеться у світі рудників, що могли б «конкурувати» з нерчинськими за рівнем шляхетності своїх гірників.

Услід за Нерчинським гірничим округом благородні метали були виявлені на Алтаї, де вже працювали мідні рудники Акинфія Демидова (сина засновника уральських заводів — Микити Демидова). Важлива роль у відкритті родовищ належала Г. В. де Генніну, який першим звернув увагу на подібність алтайських руд Зміїногірського рудника до нерчинських і припустив наявність у них срібла та золота. Пробірний аналіз підтвердив цей здогад. У 1744 році Демидов подарував імператриці Єлизаветі Петрівні зливок алтайського срібла вагою з пуд. «Ось яким добром Бог благословив твоє царювання, велика государине, через мої труди», — улесливо підкреслив заводчик свої заслуги. Проте ширилися чутки, що пуд цей був не першим і що Демидов таємно карбував на Уралі срібну монету. Принаймні башта в Нев'янську, у підземній частині якої, за переказами, плавили срібло, була раптово затоплена саме напередодні прибуття ревізії. Хоч би як там було, після кончини промисловця імператриця скасувала його заповіт і наказала уральські

його володіння розподілити між синами, а алтайські срібні рудники повернути до скарбниці.

Управителем Алтайського гірничого округу було призначено О. Беєра, який доти очолював тульські заводи.

Його господарча політика привела до швидкого зростання Змієногірського рудника, збільшення видобутку срібла й попутного золота. У другій половині XVIII ст. зусиллями пошукових експедицій Ф. Ріддера, Г. Зирянова, І. Заводіна на Алтаї було знайдено багаті поліметалічні руди, що разом зі Змієногірським родовищем забезпечували протягом століття щорічне постачання до 16 т срібла і 300–400 кг золота.

І все ж найбільші скарби сподівалися знайти на Уралі. Ще давньогрецькі автори Арістей із Пронікса, а пізніше Геродот сповіщали про те, що далеко на північному сході, там, де на межі Європи та Азії височать Рифейські гори (Урал), «безсумнівно є золото у великих кількостях». «Ще Геродот оповідав небилиці про грифів (левів з орлиними крилами й дзьобом), які на півночі Рифейських гір стерегли золото — з цього можна зробити висновок, що хитрі й пронирливі греки відали про наше уральське золото задовго до Різдва Христового», — зазначав «співець Уралу» Д. Мамін-Сибіряк. Елліни, яким довелося побувати у країні скіфів (у Північному Причорномор'ї), бачили там безліч дивовижних художніх виробів із золота й переказували легенди про напрочуд багату на золото східну рифейську землю, з якої скіфи отримують золото.

Після приєднання Уралу до Московського царства численні підтвердження наявності золота знаходили в давніх коштовних виробах. Добували ці золоті прикраси так звані «бугорники», які таємно розкопували давні могили. Після того, як Г. В. де Геннін повідомив про те Петра I, гріховне розкрадання могил стали карати смертю. Це суттєво змінило організаційні форми грабунку: злочинців-бугорників розігнали й винищили, а за «розкопки» системно взялися государеві люди. Внаслідок цієї «роботи» до столиці було відправлено коштовну колекцію давніх виробів мистецтва, добутих із уральських могильників. Оглянувши її, Петро I

наказав провести розслідування: «звідкіля в минулі літа таке золото й срібло добували».

Незважаючи на те, що благородні метали шукали на Уралі протягом кількох століть з особливою жагою та ретельністю, виявили їх значно пізніше, ніж залізо чи мідь. Це пояснюється геологічними властивостями рудопроявів виробничих металів, що, на відміну від золота, мали помітну за барвистим кольором рудну зону окиснення. Золотоносні ж кварцові жили не мали нічого подібного, причому крихітні за розміром рідкісні вкраплення золота виявити навіть у знайденому кварці було досить важко. Враховуючи величезні території, на яких велися пошуки, відсутність досвіду й геологічних знань золотошукачів, можна без перебільшення стверджувати, що знахідка золотоносних жил була рідкісною удачею, яка спростовувала відому приповідку щодо пошуку голки в стозі сіна.

Парадоксальним було й те, що на території, багатій на золоті розсипи, спершу відкрили саме жильне золото. Відомий дослідник історії російського золота А. Локерман, який добре розумів вдачу золотошукачів, образно порівняв золоту жилу з кинджалом, що пробив надра, вістря якого ледве виглядає з поверхні, а розсип, немов плащ, розстелений поряд на землі. «Приблизно так само, як кинджал і плащ, вони співвідносяться між собою за формою, розмірами, труднощами пошуку й розробки». Тим дивнішим був випадок відкриття й тривалої розробки саме жильного золота, хоча гірники буквально ходили по багатих, легкодоступних розсипах (про це — дещо пізніше).

Ще однією з причин досить пізнього виявлення золота вважають «гіпноз страху», побоювання заявити про знахідку коштовного металу, оскільки слуги государеві допитували про рудні знахідки з особливою пристрастю. У такій справі завжди намагались виявити, чи не приховав подавець чогось для себе. Перший дозвіл Петра I на пошуки золота, пов'язаний із заснуванням Приказу рудокопних справ (1700 р.), був, по суті, наказом про смертну кару за приховування знайдених золотих родовищ. Царський

Берг-привілей 1719 року також завершувався пам'ятними словами: «А тим, котрі винайдені руди приховають і доносити за них не будуть... проголошується наш жорстокий гнів, невідкладне тілесне покарання й смертна кара..., щоб міг кожен того страшитися». Разом з тим приватні власники земель і заводів усіляко противилися рудним розвідкам на своїх землях, оскільки справедливо побоювалися їх відчуження й передачі в скарбницю. Збереглася скарга рудознавців, подана управителю казенних уральських заводів В. М. Татищеву, на всевладних приватних заводчиків Демидових, які забороняли їм виказувати нові родовища, погрожуючи «якщо будемо руди зголошувати... бити нас батогом і до доменних печей приставляти».

Хроніка відкриття першого уральського золота збереглася в протоколі допиту шукача «узорчатих каменів» Єрофія Маркова, який на початку травня 1745 року виїхав зі свого села Шарташ, розташованого за 10 км від Єкатеринбурга, і, «від'їхавши версти три, угледів... на поверхні землі світлі камінці, схожі на кришталь, і задля добування їх на тому місці землю копав глибиною у зріст людини, розшукуючи найкращої доброти камені. Якісних узорчатих каменів не виявив, але знайшов плиточку, немов кремінець, на якій знак з одного боку в ніздрі як золото, і тут же поміж камінцями знайшов такі ж вельми схожі на золото крупинки три або чотири...» Далі селянин повіз знахідку до Єкатеринбурга, але звернувся не до заводського начальства, а до срібних справ майстра Дмитрієва, який зробив пробу й підтвердив, що це золото. Він же порадив Маркову оголосити родовище самій государині, «тому що тут за це стільки винагороди не отримати».

Зберегти таємницю знахідки не вдалося. Перший допит першовідкривачеві чинили без будь-якої жорстокості, тим більше, що він відразу погодився вказати місце, де були віднайдені крупинки, й надав усі потрібні пояснення. Лихо спіткало Єрофія Маркова пізніше, коли прибулі на вказане місце гірничі служителі після ретельних пошуків не знайшли жодних ознак золота. Враховуючи важливість події, для керівництва пошуковими роботами

прислали досвідченого іноземця Маке, який протягом місяця також проводив безрезультатні пошуки. Пізніше сюди відрядили асесорів Юдіна і Клеопіна, але на думці у всіх було, що шукати тут нема чого. Маркова запідозрили в «несправжньому місцезазначенні» й доля його зависла на волосині, але із Санкт-Петербурга несподівано надійшла вказівка: нагляд з Маркова зняти й «чинити з ним без озлоблення». Берг-колегія, очікуючи нових знахідок, вирішила не страхати людей, а для гірничих заводів надіслала докладні інструкції, де і як брати проби на жильне золото.

Протягом двох років навколо села Шарташ вели безрезультатні пошуки, на яких постійно наполягали столичні чиновники. Для цілковитої визначеності (ймовірно, щоб остаточно закрити питання) асесор Юдін вирішив на місці ями Маркова «опустити вглиб твердого каміння помірну шахту», оснащену ручним коловоротом, яка наразилася на кварцові жили із залізними й мідними вохрами, «між якими зрідка траплялись найменші золоті блискітки».

Невдовзі на закладену шахту (рудник «Початковий») прибуло все керівництво Уральських заводів і навіть президент Берг-колегії О. Томілов. Восени 1747 року перше уральське золото вагою 31 золотник (132 г) було урочисто вручене імператриці Єлизаветі Петрівні. Надалі неподалік рудника «Початкового» в басейні річки Березівки було виявлено кілька золоторудних зон і розпочато промисловий видобуток жильного золота. Видобуток розвивався дуже повільно, за десятиліття отримали лише 11,5 кг коштовного металу. Інтенсивний розвиток Березівських рудників розпочався з 1760 року, коли указом сенату сюди було відряджено 219 гірничих спеціалістів і близько 10 тис. державних селян-кріпаків. Наприкінці XVIII ст. на Березівському родовищі діяло понад 50 державних копалень, сумарний видобуток яких сягав 260 кг золота на рік.

Воно розташоване в межах Урало-Тобольського антиклінорію в опущеному блоці шаруватих товщ. Породи прорвані численними крутоспадними порфірними дайками, протяжність яких — близько 20 км, а товщина — від 2 до 40 м. З поперечними тріщинами

розриву дайок пов'язані кварцоворудні жили. Основні рудні мінерали: пірит, галеніт, самородне золото. Останнє представлене у вигляді тонкої вкрапленості та більш помітних скупчень на верхніх горизонтах.

Гірничі виробки XVIII ст. на Березівських рудниках характеризуються безсистемністю, зумовленою бажанням скоріше взяти якомога більше золота. Жили, які виходили на поверхню, розробляли в довжину траншейним способом (за висловом гірників, жилам «обдирали голови»). Відпрацювавши вихід жили, не йшли углиб, а шукали нової жили, що виходила на поверхню. Пізніше гірничі роботи вимушені були вести під землею. Для руйнування міцних порід використовували «порохове зілля». Архівні документи свідчать, що «прохідні штольні безладно збудовані» й «через важке повітря працювати майже неможливо». Головним же ворогом рудників були підземні води. Водовідливні машини з кінним рушієм не могли впоратися з великими водопритоками. Для розв'язання проблеми були збудовані досить протяжні водовідливні штольні: у 1786 році — Іль'їнська (завдовжки 2,5 км), яка дозволила осушити п'ять рудників, та дещо коротші Ключевська й Першопавлівська штольні, які зневоднили ще десять рудних зон.

Розробка жильного золота у Росії давала в найкращі роки не більше 3 % світового видобутку. Але вже в 1845 році на родовищах Уралу та Сибіру видобули близько 50 % світового золота, а Росія стала абсолютним лідером із золотовидобутку. Причина такої метаморфози полягала у відкритті багатих розсипних родовищ, початок яким поклали гірничі та пошукові роботи на Березівських рудниках. Це відкриття потребувало переосмислення тогочасних поглядів на розсипне та жильне золото.

Серед поширених у Росії XVIII ст. природничих уявлень домінували алхімічні ідеї про те, що самородне розсипне золото народжується енергією сонця, тому місцезнаходження таких родовищ може бути лише у спекотливих, засушливих регіонах (це підтверджував і практичний досвід). Вельми характерною була думка члена Берг-колегії Василя Татищева щодо можливості існування золотих

розсипів на Уралі: «...щоб у Сибіру, у такому студеному кліматі золота руда могла бути, про це вагання чимале, якщо тільки розсудити, якого великого сонячного жару... для цього металу потрібно».

Михайло Ломоносов першим серед учених Росії відійшов від поширеного погляду на різну природу жильного й розсипного золота, передбачаючи прямий зв'язок між цими двома формами. Він писав: «Отже, ніхто не зважить це неможливим, що золоті зерна з рудної жили яким-небудь насильством природи відірвані й поміж піском розсіяні. Цьому додають сили й важливості уламки каменю кварцу із золотими зернами, що в піску є, виразно вказуючи, що піскове золото в жилах народилося». Слід зазначити, що цю думка висловлював Георг Агрікола ще в Середньовіччі: «Загалом золото не народжується в струмках і річках... а відривається від жил і прожилок та осаджується в пісках річок і струмків». Проте Ломоносов припустив наявність розсипів у північних країнах (у тому числі на річках Росії), а також нагадав забуті способи пошуків і видобутку розсипного золота шліховим методом.

Цікаво, що гірничо-геологічні знання, які були відомі ще за єгипетських фараонів і широко застосовувалися протягом тисячоліть, викликали такі суперечливі думки в XVIII ст. Тут треба враховувати, що найбільш продуктивні розсипні родовища Старого світу були вичерпані ще в давнину. Незважаючи на поодинокі згадки у старовинних книгах, практичні знання щодо розробки розсипного золота були до XVIII ст. майже втрачені, а тогочасний виробничий досвід — замалий. Протиставленню жильного й розсипного золота сприяла й та обставина, що багаті розсипи часто розташовувались на віддаленні від водних потоків, і було незрозуміло, як уламки жильного золота могли потрапити на далекі від гірських масивів території (вчені ще нічого не знали про алювіальні відклади, пов'язані з давньою річковою мережею). Можливо, тому наукові гіпотези й практичні рекомендації Ломоносова протягом десятиліть не знаходили своїх прибічників.

Перші спроби виявити розсипне золото на Березівських промислах почалися в 1806 році під наглядом професора П. Ільмана.

На жаль, для пробірного аналізу брали матеріал, що виходив після подрібнення в товчильній машині. На відміну від жильного золота, замкненого у кварцовому оточенні, у розсипах збагачувальну роботу виконала сама природа, вивільнивши частки золота з породного полону. Додаткова обробка товкачами в контакті з піском призводила до значного стирання й без того дрібних зернинок коштовного металу. Тому отриманий вміст золота упробах Ільмана виявився замалим для промислової розробки пісків. Професор наполегливо рекомендував використовувати для пошуків золота промивальний лоток, але начальство Березівських рудників наполягало на пробах за методикою гірничого департаменту (з використанням товчильної машини), вважаючи лоток архаїчним пристроєм, який не міг мати успіху.

Іншої думки щодо пошукових можливостей промивального лотка дотримувався штейгер Лев Брусницин, який, досліджуючи старі відвали Первопавлівського рудника, упровадив технологію водного промивання уламкового матеріалу в лотку. У 1814 році біля злиття річок Березовки та Пишми він виявив серед звичайних зернинок золота з відвалів (зі слідами від товкачів) дві невеликі зернини, що відрізнялися яскравим кольором, округлою формою й відсутністю будь-яких подряпин і кварцових включень. Знаючи про існування золотих розсипів у Південній Америці й про дослідження березівських пісків, проведені Ільманом, Брусницин пов'язав свою знахідку із розсипним родовищем. Далі настали дні сумнівів, зневіри, глузування колег і величезної роботи для доведення висунутої гіпотези. Одержимий ідеєю Брусницин вів пошуки навіть у крижаній річці. Незабаром золотошукач виявив, дослідив і визначив контури першого уральського розсипу, відкривши нові величезні можливості золотовидобутку в Росії.

У 1864 році гірничий інженер П. Дорошин зробив копію з письмової оповіді Л. І. Брусницина і опублікував її в «Гірничому журналі» (1864, № 5). Завдяки цій публікації історія відкриття перших уральських розсипів набула широкого розголосу. Лев Брусницин, який помер у 1857 році, навіть не припускав своєї можливої

публічності. У некролозі «Санкт-Петербурзьких відомостей» про людину, відкриття якої зробили Росію першою державою світу щодо золотовидобутку, автор (не без розуміння іронії долі) написав: «Його ім'я мало відоме, але пригадаймо, що земля, відкрита Колумбом, названа Америкою». Важко знайти інший випадок, коли відкривач величезних золотих розсипів залишився бідною людиною. Протягом століття розробка уральських і сибірських розсипів зміцнювала імперію, накопичувала багатомільйонні статки успішним промисловцям, а Лев Брусницин залишився скромним службовцем Березівських рудників, отримавши лише напередодні пенсії срібну медаль «для носіння на шиї».

Але було в цій людині дещо протилежне буденному користолюбству, що робило її насправді щасливою. У своїх спогадах штейгер Брусницин занотував слова, які пояснюють притягальну силу його професії: «Хто не може уявити собі захвату, у якому я перебував після відкриття золотопіскового розсипу, після відкриття того, що було ще невідомо, а при намірах на пошуки часто було під сумнівом. О! Це була така радість, якої неможливо передати. Я перебував тоді у якійсь розкішній насолоді. Це було для мене найвищим блаженством. Треба сказати, що відчувати таке щастя за ціле життя доводиться небагатьом».

Після того, як були освоєні навики промивання золотоносних пісків, стала зрозумілою природа родовищ і можливі місця їх розташування. Хвиля відкриттів багатих розсипів прокотилася від Уралу до Тихого океану. Спершу «золотий дощ» пролився навколо численних водних артерій Уралу, серед яких особливо відзначилися річка й місто Міас (Царево-Олександрівські копальні), що дали світові велику кількість славнозвісних самородків, зокрема «Великий трикутник» [134] вагою понад 36 кг. Начальником Златоустівського гірничого округу та Міаських золотих копалень

[134] На сьогодні це найбільший у світі самородок, що зберіг свою природну форму (інші «велетні» були переплавлені на зливки). Знаходиться в Алмазному фонді Росії (м. Москва).

був уславлений російський металург, дослідник секретів булатної сталі Петро Аносов, який, проводячи численні розвідки золота, створив багато технічних пристосувань для промивання пісків, а його праці з геології золота відкрили в 1825 році перший випуск «Гірничого журналу».

На Уралі вільні пошуки золота були жорстко обмежені привілеями приватних заводів і регалією скарбниці. Тому заповзятливі люди (здебільшого старовіри), зорганізовані далекоглядними купцями (Рязановими, Казанцевими та ін.), рушили в пошуках золота на ніким не зайняті сибірські землі. З кінця 20-х років XIX ст. у Томській губернії (район між Томськом, Кемеровом і Канським) почалась розробка золотих розсипів, відкритих пошуковою партією Степана Баландіна. Один Воскресенський рудник дав тут понад 600 пудів золота (небачений раніше у відкритому розсипі вміст золота дозволив промивати майже по пуду щодня). У 1838–1840 рр. у межиріччі Єнісею, Ангари й Підкам'яної Тунгускиз усиллями Г. Машарова, Є. Жмаєва й Т. Зотова були розвідані величезні родовища золота, розробки яких зумовили сибірську золоту лихоманку. Ось як описує ці події в історичному нарисі «Місто Катеринбург» Д. Мамін-Сибіряк:

«Знаменитий Тит Полікарпович Зотов... уславився як улюбленець якогось дикого щастя. Він виступив у черзі єкатеринбурзьких золотопромисловців останнім і швидко наздогнав своїх попередників: протягом 10 років на промислах у єнісейській тайзі ним було видобуто золота більш ніж на 30 мільйонів рублів. Честь відкриття цих промислів належить, як оповідають, хрещеному киргизу Є. Жмаєву, який служив у Зотова розвідником. Аніка Рязанов і Тит Зотов назавжди залишаться в сибірському літописі як перші королі золотої справи, а всі інші прийшли вже по їх широких слідах... Надзвичайний приплив капіталів, звісно, позначився на житті Єкатеринбурга. Утворилася справжня героїчна смуга. Навколо головних золотопромисловців зріс цілий шар дрібних; торгівля пожвавилася, з усіх кінців до міста потяглися заповзяті й пронирливі люди, які жадали поживитися "від крихт, що впали".

Засяяв і гірничий чиновницький світ, що мав таке близьке відношення до "благословення Божого", захованого в земних надрах... Свого зеніту неймовірне життя єкатеринбурзьких набобів досягло в момент злиття таких двох родин, як Зотови й Рязанови: син Т. Зотова одружився з дочкою А. Рязанова, і це "зотовське весілля" тривало цілий рік».

Наприкінці 40-х років XIX ст. розпочалась експлуатація східносибірського Ленського золота (межиріччя Лени, Вітіму й Олекми). З 1867 року цей район завдяки особливо багатим розсипам на річці Бодайбо вийшов на перше місце в Росії. У 1857 році гірничий інженер Н. Аносов (син славетного металурга й начальника Златоустівського гірничого округу) виявив золоті розсипи у басейні Амуру. Він же відкрив і головний золотоносний район Приамур'я — Джалінду (1866 р.), який наприкінці XIX ст. давав у Росії найбільше золота .

Загалом Урал і Сибір за часів Російської імперії дали близько 3 тис. т золота, що приблизно можна порівняти з видобутком у славнозвісній Каліфорнії. Росія першою в XIX ст. вийшла на шлях освоєння розсипів, випередивши на 3–5 десятиліть США, Австралію та Південну Африку. Незважаючи на те, що ні в часі, ні в технологіях, ні в необхідності освоєння віддалених суворих земель між Росією та вищевказаними країнами не спостерігалося суттєвих відмінностей, все ж таки суспільні умови та організація розробок були принципово іншими.

Тривалий час російські копальні були переважно казенними (лише окремі родовища віддавалися на відкуп великим заводчикам) і обслуговувалися здебільшого приписаними до гірничих заводів кріпаками. Атмосферу, яка панувала на розробках золота, добре передав Д. Мамін-Сибіряк: «Звернувшись до найбільш глухих часів кріпацтва, коли волю давали лише гроші, ми правильніше оцінимо те страшне тяжіння до золота всякої живої душі; особливо беручи до уваги ті тисячі утисків, якими гальмувалась тоді будь-яка приватна діяльність». Видобуте золото було власністю царя або заводчика, який мав зі скарбницею й чиновниками

свої особливі відносини. При цьому, за свідченням того ж автора: «Загінні роботи, як і кампанійські, були обставлені суцільним розкраданням».

Пригадаймо, принципово інший підхід переважав у Північній Америці, Австралії, Південній Африці. Тут видобуте золото належало самим старателям, причому вільна реєстрація обраної ділянки потребувала лише незначної платні, а податки зрідка перебільшували 5 % від видобутку (та й ті стягати було вельми проблематично). Проте виграш держави полягав в іншому — освоювались і заселялись віддалені й безлюдні території, жвавішала торгівля, розвивалися ремесла, транспорт і будівництво, а золото так чи інакше обмінювалося на державні скарбничі білети (паперові гроші) й стікалося до скарбниці, причому банки отримували свою частку прибутку.

Хоч як дивно, але Росія могла б піти тим самим прогресивним шляхом, випереджаючи в часі інші країни, але цього, на жаль, не сталося. У 1823 році була утворена особлива Гірнича комісія, метою якої було «винайдення найлегших способів дешевого й багатого виділення золота» на уральських розсипах. Її очолив сенатор В. Соймонов, який ще в 1804 році подавав государеві (щоправда, безуспішно) проект статуту про «вільних гірничих людей» (аналог європейського «Шемницького права»). Комісія Соймонова, підсилена впливом нового міністра фінансів імперії Є. Канкріна, розробила визначний документ, який рекомендував надати право володіння розробками людям будь-якого звання, «які з нетерпінням очікують дозволу вільного промислу». Ці пропозиції спричинили посилення боротьби придворних партій (комісії протидіяло оточення всесильного тіньового правителя О. Аракчеєва). Імператор Олександр I оголосив про своє бажаня відвідати уральські рудники й особисто ознайомитися зі станом справ.

У своїй надзвичайній подорожі цар дістав нагоду переконатися у згубних для гірничого промислу діях бюрократичної системи, зазначив переваги окремих приватних рудників, зумів розгледіти жахливе становище підневільних гірників. За дорученням

імператора у столицю запросили В. Соймонова, де він і розробив широкий проект реформ, у центрі яких було створення на Уралі особливого гірничого генерал-губернаторства, своєрідної «держави в державі», острова вільного підприємництва у морі російського кріпацтва. Та реформам не судилося відбутися: в останній рік життя цар мав вельми мінливий характер і під впливом обставин і порад збайдужів до реалізації цього проекту.

Після кончини Олександра I ідеї Соймонова назвали такими, «що підривають устої». Запанували звичні методи, що визискували (за поодинокими винятками) працю кріпаків, приписних, каторжних, військових та інших підневільних людей.

Після скасування кріпацтва в Сибіру значно збільшилась кількість охочих людей, які утворювали численні старательські артілі, але основний видобуток золота знов зосередився в об'єднаннях великих промисловців.

Вони утворили для своїх робітників справжню «приватну каторгу», яка мало чим відрізнялася від казенної. Апогеєм жорстокого ставлення до гірників став сумнозвісний «ленський розстріл» робітників-страйкарів (події 1912 р.). Показово, що в XX ст. підневільна праця досягла своєї «найвищої форми розвитку» в установах радянського ГУЛАГу, причому внесок в'язнів колимських таборів (смертність у яких була найвищою) був визначальним у золотовидобутку країни. Символічно, що другий «ленський розстріл» гірників стався в 1938 році.

Незважаючи на тяжку долю підкорювачів уральських і сибірських надр, їх роль у справі розвитку російського та світового золотовидобутку була вельми значною.

Освоєння північноазійського розсипного золота було піонерським кроком у розумінні основних геологічних закономірностей виявлення й розподілу розсипів і пов'язаних із ними корінних родовищ. Це значною мірою дозволило в майбутньому виявити нові надзвичайно багаті родовища золота на інших континентах. Відомі вчені XIX ст. Олександр фон Ґумбольдт і Родерик Мурчісон спеціально відвідали уральські копальні розсипного золота й багато

зробили задля поширення російського досвіду пошуку й розробки розсипів у всьому світі [135].

Завершуючи огляд золотих лихоманок XIX ст. (період розробки найкращих ресурсів золота на Землі), підкреслимо їх вплив на процеси економічних і фінансових перетворень доби промислової революції та індустріальної епохи. Великі обсяги видобутку привели до встановлення грошового золотого стандарту [136]: широкого обігу золотих монет, витіснення срібла, яке стало виконувати роль розмінних грошей, а також вільного обміну паперових грошей на золоті монети. Це сприяло стабільному розвитку світових грошових відносин, що утворили світову фінансову систему, істотному впливу банків на економічні перетворення, а також формуванню міжнародних центрів фінансового капіталу. Величезні запаси золота цілеспрямовано накопичувалися у США, які, маючи величезний видобуток на своїй території, скуповували значну частину світового видобутку золота, що з часом забезпечило ключовий статус їх валюти у світовій торгівлі.

Видобуте золото відіграло ключову роль у забезпеченні фінансовими ресурсами масштабного промислового розвитку індустріальної епохи. Численні міграції трудового люду в місця розробок золота сприяли освоєнню й заселенню віддалених територій, залученню їх природних багатств у світовий економічний розвиток. Потреба утворення шляхів сполучень між центральними районами та гірничопромисловими осередками спричинили інтенсивне прокладання доріг (у т. ч. залізниць), розвиток залізничного й пароплавного транспорту, будівництва, стрімкий розвиток торгівлі. Еміль Верхарн у своєму славнозвісному «Банкірі» так описав це:

---

[135] Уральські розсипи золота були на той час не єдиними у світі. Гірники XVIII–XIX ст. розробляли розсипні родовища у Південній Америці, зокрема у Бразилії. Проте масштаби й умови російських родовищ значно розширили коло геологічних знань і старательських навичок.

[136] Функціонував до Першої світової війни (до 1914 р.).

Он — станції, що він поставив у пустелях,
І рейки серед хащ, які він там провів
У край, де золото й скарби серед пісків,
Де сонце палить все в долинах і на скелях...

За оцінками експертів, протягом усього періоду золотовидобутку людство отримало приблизно 100 тис. т золота (уся його кількість може розміститися в кубі з ребром близько 17 м). Висока вартість і особливі фізичні властивості золота сприяли тому, що раз видобуте, воно не зникає з обігу, лише перевтілюється в різні речі (втрати золота, зумовлені корабельними катастрофами, загубленими скарбами, стиранням металу під час обігу монет дорівнюють не більше 10 %). Перевтілення одних золотих речей в інші утворює в часі своєрідний ланцюг подій, пов'язаних із гірництвом, сповнених людських трагедій і звитяг.

8. «КРОВ І КИСЕНЬ» ІНДУСТРІАЛЬНОЇ ЕПОХИ (НАФТА І ГАЗ)

У розділі: *давні розробки нафти Месопотамії, Китаю, Каспійського узбережжя, античного світу; нафтовидобуток у Румунії та Галичині; винахід гасу й гасової лампи; розробки в Бакинському районі; технічне оснащення апшеронських промислів і нафтопереробних заводів; освоєння родовищ США, Близького та Середнього Сходу*

8.1. Давні історичні свідчення

Баку — це місто в області Ширвана на березі моря. Всю ніч земля його горить, як вогонь: ставлять на неї котел, і вода на землі його закипає. Його товари: нафта чорна, біла, зелена і сіль.

Арабський трактат XIII ст.

Нафта [137]– чи не найдивовижніша корисна копалина, яку люди виявили й почали використовувати ще в VI–V тисячоліттях до

---

[137] Слово *нафта*, найімовірніше, має перське походження (*naft*). В українську мову воно потрапило через грецьку (*naphta*), у російську — через турецьку (*neft*). У походженні перського значення *naft* вирізняють дві версії: за однією воно означає «вологий» (тобто нафта — це якась волога, рідина), за іншою — походить від акадського дієслова «вивергнути» (тобто це щось вивергнуте землею). Інші етимологічні гіпотези пов'язані з акадським *napatum* — запалювання (що могло відображати паливні властивості нафти) або мідійським *nafata* — просочуватися (з надр землі). У середньовічній латині для позначення нафти використовували слово «петролеум» (*Petroleum*) — «кам'яна олива». У германських мовах, менш схильних до прямих запозичень, використовували напівкальку з латини, наприклад, німецьке *Erdöl* — «земляна олива». У слов'янських мовах поруч із запозиченою формою (нафта) використовували самобутню назву «ропа», яка означала не тільки нафту та бітум, але й соляний розчин (походження терміна «ропа» пов'язане з використанням цих речовин у медицині, зокрема для загоєння ран). Не випадково в Західній Україні у районах нафтових родовищ натрапляємо на значну кількість топонімів,

Р. Х. Проте лише зовсім нещодавно — у другій половині XIX ст. — її видобуток досяг промислових масштабів, а в XX ст. разом із природним газом склав основу паливно-енергетичного балансу світу.

Імовірно, біля витоків нафтової ріки стояли давні народи Месопотамії, оскільки найяскравіші ознаки використання нафтопродуктів були виявлені археологами в середній і нижній течії Тигру та Євфрату (території сучасного Іраку, Ірану, Кувейту). У доісторичному суспільстві нафту збирали здебільшого з поверхні води. У місцях природного відслонення нафтоносних порід облаштовували зручні стоки у природні заглибини, куди разом із водою стікала нафта. Збирання нафти не було самостійним заняттям окремих людей, а здійснювалося паралельно з іншою діяльністю задля пошуку засобів життя. Особливу роль у збиранні нафти і відкритті нафтових джерел відіграли пастухи, які постійно використовували нафту для лікування худоби. Такий спосіб видобування й застосування нафти зберігався в деяких усамітнених племенах протягом тисячоліть.

Шумери збирали загустілі продукти нафтового вивітрювання (бітум, асфальт), що виступали на поверхні землі. Вони застосовували їх у будівельній справі, додаючи до суміші глину, пісок і гравій, і робили цеглу підвищеної міцності. Бітумом скріплювали кам'яні мури (бітумна в'язка), покривали дороги (по суті, це були перші асфальтові дороги в історії людства), укріплювали береги штучних водойм, а також обмазували днища човнів, дбаючи таким чином про їхню водонепроникність. Рідку нафту (як пальне світильників) широко застосовували для освітлення приміщень. Нафту жителі Межиріччя вважали цілющою — бітумними мазями

пов'язаних зі словом «ропа». Галицькі гірники, що видобували нафту, звалися «ріпниками», що назавжди закарбувалося в яскравих творах І. Франка «Борислав», «Борислав сміється» та ін. Термін «ропа» є в українських писемних джерелах з XVI ст. Крім того, у Західній Україні нафту називали «скельним олієм».

лікували нариви, коросту, ваннами у нафтових купелях намагалися позбутися болів у суглобах.

Найдавніші письмові згадки використання нафтопродуктів у Месопотамії є в шумерському «Епосі про Гільгамеша» (зокрема Таблиця XI) та «Епосі про Атрахасиса» (Таблиця III), створених у III–II тисячолітті до Р. Х. На глиняних табличках викладена історія всесвітнього потопу та порятунку людей у дерев'яному човні-ковчезі, обсмоленому асфальтом. Будування величезного корабля перетворилося на спільну справу підданих царя-рятівника Зіусудри:

Зі своєю сокирою приходить тесля.
Камінь свій несе будівничий.
Навіть малюк смолу тягає.
Навіть злидар несе що може...
(«Епос про Атрахасиса», XVII ст. до Р. Х.)

Згадки про нафту та близькі до неї продукти віднаходимо також у Біблії. Свідчення про потоп повторюють шумерську версію про корабель порятунку: «І рече Бог Ною: Зроби собі ковчег із соснового дерева; гнізда поробиш у ковчезі та й посмолиш його зсередини й назовні смолою» (Перша книга Мойсея, 6:14). Як бачимо, подібне застосування асфальту практикувалося в давньому світі дуже широко. Навіть кошик, у якому мати Мойсея відправила сина-немовля водами Нілу, вона заздалегідь осмолила асфальтом, подбавши про його водонепроникність. Під час зведення Вавилонської вежі (й багатьох інших споруд міста, званого Брама Бога) застосовували бітумні в'яжучі матеріали: «І стала в них цегла замість каменів, а земляна смола замість вапна» (Перша книга Мойсея, 11:3). За свідченням «Книги пророка Даниїла», вавилонський цар Навуходоносор опалював нафтою гігантську піч, у яку кидали всіх, хто не схилявся перед золотим ідолом.

Археологічні артефакти Давнього Єгипту також свідчать про використання нафтопродуктів, хоча в менших, ніж у Месопотамії,

обсягах. Здебільшого це осмолення човнів, освітлення будинків (знайдено значну кількість глиняних ламп, заповнених твердим бітумом, тобто висохлою нафтою), мастильні матеріали, ліки, складова сумішей для бальзамування.

До сьогодні збереглися артефакти, які підтверджують використання нафти у Стародавній Індії. На руїнах давньоіндійського міста Мохенджо-Даро був виявлений величезний басейн, побудований у III тисячолітті до Р. Х., дно й стіни якого були вкриті шаром асфальту.

У Давньому Китаї (з середини II тисячоліття до Р. Х.) нафту застосовували для освітлення, як ліки, мастило і (можливо, вперше в історії людства) у військових цілях. Під час правління династії Хань (з кінця III ст. до Р. Х. до III ст. н. е.) були відкриті славетні нафтові родовища на півночі Шеньсі (Центральний Китай). У тогочасних китайських літописах (зокрема в «Історії другої Ханської династії», написаної в V ст.) нафту названо «палаючою водою». Серед іншого тут повідомляється, що в повіті Янчан нафта прорвалася в озеро, й збирали її з човнів, черпаючи з водної поверхні; у провінції Ганьсу фонтанувало джерело жирної як олія води, яка горіла яскравим полум'ям.

Воїни Давнього Китаю готували спеціальні «палаючі бомби» — горщики із запаленою нафтою, які кидали на ворога. У середньовічному «Історико-географічному описі» Лі Цзи-Пу описана облога тюркськими племенами одного з китайських центрів нафтового промислу міста Цзюцюань. Перемога городян була забезпечена завдяки спаленню облогових знарядь тюрків нафтовими «палаючими бомбами». Відоме також успішне застосування китайцями нафти у середньовічних баталіях на воді (для підпалення ворожих човнів).

Видобуток нафти в Китаї (як і в інших регіонах світу) здійснювали здебільшого колодязним способом. Варто уваги те, що саме в Китаї у ранньому Середньовіччі, використовуючи досвід буріння свердловин на соляних промислах, уперше почали видобувати нафту із свердловин. Її використовували також як паливо для

випарювання солі із природних розсолів. Крім того, асфальт широко застосовували під час будівництва Великої китайської стіни.

Античний світ був добре обізнаний із корисними властивостями нафтопродуктів, завозив їх із країн Сходу й застосовував у промислах, медицині, побуті та на війні. Античні мислителі Геродот, Теофраст, Пліній, Плутарх, Діоскорид у своїх творах описували родовища нафтопродуктів, їхні властивості та застосування. Зокрема Геродот описав родовища бітуму на острові Занті, а Діоскорид — родовища Сицилії, нафта з яких називалася «сицилійською оливою» і широко застосовувалася в освітлювальних лампах. Із праць Вітрувія ми дізнаємося про родовища рідкісних бітумів-нафт в Індії, Ефіопії, Карфагені, Аполлонії та Сирії. Давньогрецький лікар Гіппократ залишив багато медичних рецептів, у яких нафту змішували із салом, сіркою, вином та іншими речовинами. Пліній зазначав, що під час облоги давнього міста Лукулла його мешканці для свого захисту виливали на загарбників із фортечних стін палаючу нафту.

Вельми цікаві описи в Геродота колодязних способів видобутку нафти, занотовані ним на Євфраті: «Із цього колодязя вичерпують асфальт, сіль (тут у значенні пісок. — *Авт.*) і олій таким чином. Асфальт вичерпують за допомогою колодязного журавля, а замість відра причіпляють до нього підлогу винного бурдюка. Зануривши бурдюк, зачерпують ним рідину і виливають у посудину. Потім рідину переливають у іншу посудину, де вона розкладається на три складові частини. Асфальт та сіль негайно ж осідають» («Історія», Кн. VI). Ось що Геродот пише про загадковий «олій» (нафту. — *Авт.*): «Перси називають його "раданака", він чорного кольору з неприємним запахом». Нафту зберігали в звичайних земляних ямах, а перевозили в шкіряних бурдюках на верблюжих горбах. Описані Геродотом способи видобутку, зберігання й транспортування нафти майже не змінилися протягом двох тисячоліть.

Пліній писав, що під час облоги міст на Сході жителі скидали на нападників зі стін міста горщики з палаючою сумішшю нафти і сірки. Перси в ті часи занурювали свої стріли в цю суміш і

запалювали їх. Нафту й бітум змішували із сіркою, наповнювали цією сумішшю маленькі чаші — це були запалювальні «снаряди». Мистецтво застосування нафти у військовій справі було настільки розвинене, що рецепт для виготовлення самозапалювального вогню, до складу якого входив «гірський рідкий дьоготь», наводиться навіть в енциклопедії Юлія Африканця (III ст. до Р. Х.) .

Плутарх у хроніці завоювань Александра Македонського (IV ст. до Р. Х.) описав, як воїни цього полководця в Прикаспії вперше побачили нафту. Це була, за словами літописця, густа й жирна рідина. Коли вичерпали поверхневий шар, із джерела забив світлий і чистий струмінь, який і за смаком, і за запахом нагадував маслинову олію. У цьому «диві» Александр Македонський побачив знак вищих сил. Така легенда — історичний приклад сакралізації надр і їх дарів у давні часи.

Нафту видобували й широко застосовували у Боспорській державі (Північне Причорномор'я). За даними професора В. Обручева, керченські нафтові джерела були відомі вже в перші століття нашої ери, що підтверджують амфори з висохлою нафтою, знайдені поблизу сучасної Керчі.

Візантійські джерела зберегли багато прикладів застосування нафти у військовій справі. Так, згідно з історичними хроніками, у 673 році після Р. Х. під час арабської облоги Царгорода (Константинополя), коли флот арабів підійшов до міста, візантійці вилили в море величезну кількість займистої нафтовмісної суміші й запалили її. Вогонь швидко поширився поверхнею моря й охопив судна ворога. Так візантійці знищили флот арабів і здобули перемогу.

Значущим винаходом Візантії, який у багатьох битвах і навіть війнах приводив до перемоги, був «грецький вогонь», до складу якого входила нафта. Його застосовували за допомогою особливих вогнеметів, метаючи посудини з палаючою сумішшю. Літописне зведення «Повість минулих літ» в описі невдалого морського походу князя Ігоря на Царгород (941 р.) згадує обстріл «грецьким вогнем» києво-руського флоту. Ті вояки, що вціліли, у своїх оповідях порівнювали цю зброю з «блискавками, що на небесах».

Ось як описує Жан де Жуанвіль, хронікер сьомого хрестового походу, проведеного французьким королем Людовіком IX у 1248–1254 рр., дію грецького вогню: «… Його снаряд величезний, як посудина для оцту, і хвіст, що тягнеться позаду, — схожий на гігантський спис. Політ його супроводжувався страшним шумом, подібним до грому небесного. Грецький вогонь у повітрі був подібний до дракона, що летить у небі. Од нього було таке яскраве світло, що здавалося, що над табором зійшло сонце. Причиною тому були величезна вогненна маса і блиск, що містилися в ньому». Один із численних рецептів «грецького вогню», які візантійці зберігали у найглибшій таємниці, рекомендував: «Візьми чисту сірку, нафту, винний камінь, смолу, кухонну сіль, деревну олію, добре провари все вкупі, просочи цим клоччя і підпали — такий вогонь можна погасити лише піском або винним оцтом».

Імовірно, найбільш відомими з часів раннього Середньовіччя були розробки нафтопродуктів на Апшеронському півострові (Азербайджан), які розпочалися ще за кілька століть до Р. Х. Перські джерела III–IV ст. свідчать, що апшеронську нафту вивозили до Персії (значною мірою як лікувальний засіб), а звідти — до інших країн Сходу.

З часів високого Середньовіччя (з VIII по XIII ст.) збереглися численні письмові згадки: арабські вчені Баладзорі, Масуді, Істахрі-Абу, Абу-Дулаф, Бекран та ін. описували самовилив нафти на поверхню та ранній колодязний видобуток на Апшеронському півострові. Так, Масуді у своєму творі «Середня книга»(перша половина X ст.) відзначає, що «...в Баку було два головних джерела: з одного добувалася жовта й біла нафта, а з другого — чорна й синя. Прибуток з кожного джерела становив понад тисячу дирхемів на рік». Масуді й Істахрі, які відвідали район Баку в X ст., зазначали, що нафта й газ використовувалися для нагрівання води, приготування їжі, обпалення вапна, у військовій справі та в медицині. Венеційський купець і мандрівник Марко Поло, який, імовірно, побував на Апшеронському півострові у другій половині XIII ст., у своїй «Книзі про різноманітність світу» згадує нафтові

джерела, які били тут з такою силою, що протягом однієї години можна було завантажити сотні човнів. Він також пише про спорудження нафтових колодязів і черпання з них нафти.

У 1636 році на Каспійському узбережжі побував німецький учений Адам Олеарій, який зуважував, що нафта — це «особливий олій, який поблизу Баку й навколо гори Бармак із постійних колодязів у величезній кількості черпають і міхами на великих возах розвозять для продажу, як ми те особисто спостерігали». Таким чином, вже у пізньому Середньовіччі азербайджанська нафта стає відомою не тільки в країнах Сходу, але й у Європі.

Постійним супутником нафти був пальний газ, який утворював також і самостійні родовища. Його могли спостерігати одночасно з відкриттям нафтових покладів, але почали використовувати значно пізніше. Рухаючись тріщинами у гірських масивах, природний газ іноді займався й утворював «невгасимі»вогні, які були значно поширені в Месопотамії, Прикаспії, Персії, Індії, Китаї. Плутарх указував на смолоскипи поблизу давнього Екбатана (сучасний Хамадан в Ірані), які палали впродовж багатьох років, Пліній описував полум'я, що виривається з-під землі, у багатьох місцевостях Сходу, давні китайські автори згадували вогняні колодязі в горах Південно-Західного Сичуаню.

Незбагнена природа цих вогнів сприяла формуванню сакральних уявлень про їх походження. Вогнепоклонники вшановували їх як божественні прояви, будували поряд із ними свої храми. Особливості цієї релігійної культури пов'язані передусім з Індією (у найдавніших гімнах Рігведи оспівувався бог вогню Агні) та Персією, де вшанування вогню, поєднане з поклонінням сонцю, дістало розвиток у вченні Заратустри. Завдяки невгасимим вогням один із найдавніших храмів вогнепоклонників було збудовано в V ст. у Суруханах (поблизу Баку), де газові факели палали безперервно понад півтора тисячоліття, до 70-х років XIX ст.

Найдавніші свідчення застосування газу як палива походять з Китаю й датуються початком нової ери. У трактаті «Хоу хань шу» оповідається, що в Ліньцюні (провінція Сичуань) задля пошуку

газу було споруджено колодязь глибиною 23 чжани (74 м), у якому впродовж десятиліть палав вогонь. Місцеві жителі зрозуміли природні властивості газу й видобували його поруч із вогняними колодязями (або безпосередньо з них). Учений Чжан Хуа в трактаті «Боу чжи» («Опис царства природи») і поет Цзо Си в «Шу ду фу» («Ода столиці Шу») писали про використання природного газу для випарювання солі. Ці твори з'явилися в III ст. після Р.Х. До пальників печей газ подавався від джерел бамбуковим трубопроводом. З часом ці технології були втрачені. Сичуаньські вогняні колодязі були знову«відкриті» в XVII ст. і використовувалися на місцевих солеварнях аж до нашого часу.

На жаль, горючий газ практично ніде не застосовували до початку XIX ст., коли ним почали освітлювати міські вулиці та майдани. Перші освітлювальні пальники з'явилися в Лондоні, але вони використовували не природний, а штучний газ, отриманий із вугілля. Яскравою ілюстрацією використання природного газу в XIX ст. може слугувати вогневий колодязь у центрі Астрахані, навколо якого було споруджено огорожу. Його показували як цікаву пам'ятку. Лише вартівник використовував вогонь за призначенням: готував на ньому сніданок. У Європі природний газ виявили в другій половині XIX ст. під час буріння нафтових свердловин. З 1872 року він почав використовуватися в промисловості, залишаючись побічним продуктом нафтовидобутку. У 70-ті роки XIX ст. розпочалося будівництво протяжних газопроводів.

Перші газові родовища у США починають експлуатувати наприкінці 60-х років XIX ст. (перший газопровід із дерев'яних труб довжиною понад 40 км був споруджений у штаті Нью-Йорк у 1870 році). Перше європейське газове родовище було відкрите лише в 1910 році, коли в передмістях Гамбурга в пошуках питної води пробурили глибинну свердловину. Газ, що піднявся на поверхню з глибини близько 250 м, запалав і вирвався назовні у вигляді вогненних фонтанів, на які люди, що спостерігали за бурінням, зачаровано дивилися як на унікальне диво природи. За 1913–1930 рр. на цьому родовищі було видобуто 250 млн $м^3$ газу. Загалом

з 20-х років XX ст. природний газ приходить на великі промислові підприємства як хімічна сировина й розпочинає поступове сходження на вершину паливно-енергетичного олімпу.

Отже, попри те, що людина здавна знала про нафтопродукти та природний газ, їх видобуток і поширення тривалий час були суттєво обмежені доволі вузькою сферою застосування, яка ще більше скоротилася після винайдення пороху та вилучення нафтопродуктів із арсеналу військових потреб. Зосередження найбільших і легкодоступних родовищ нафти й газу у країнах Сходу стало причиною запізнення європейських країн у справі використання цих мінеральних ресурсів. Замість них у вжитку були речовини рослинного або тваринного походження. Індустріальна епоха відкрила нові форми застосування нафти й газу, радикально збільшивши потреби рідких і газоподібних вуглеводнів та винайшовши можливості їх транспортування на великі відстані.

8.2. Перші центри промислового видобутку

Необхідно усіма засобами сприяти
виникненню нафтової промисловості...
Гаяти час у нафтовій справі —
означає втрачати безповоротно.

Д. Менделєєв

Розробки у Східних та Південних Карпатах

Формування потреб і попиту нафтопродуктів у Європі, становлення і розвиток нафтової промисловості значною мірою відбулися завдяки родовищам Карпат, де вперше розпочався системний видобуток нафти у промислових обсягах. Перші ґрунтовні свідчення про розробки нафтових родовищ у цьому регіоні з'являються в 1440 році (зокрема опис родовища Лукечешті у Молдові). 1517 роком датовані згадки про видобуток асфальту та мазуту в долині Прахови. Господар Молдови Дмитро Кантемир у географічному й соціально-економічному описі Молдови «Descriptio Moldaviae» (1716 р.) зазначав, що поблизу Мойнешті є джерело «мінеральної смоли», змішаної з водою.

Сталий розвиток нафтовидобутку спостерігався в Румунії вже на початку XIX ст. У 1821 р. у Мосоарелі (поблизу Тиргу-Окна) було споруджено першу нафтову свердловину (на жаль, місце її розташування не було вдалим і ще довгий час чільним способом видобутку залишалися нафтові колодязі). Основний район румунського нафтовидобутку зосередився в Пекурецi, де в 30-х роках XIX ст. щороку видобували до 225 т мазуту (кожен колодязь давав щодоби від 15 до 80 кг сировини).

Нафтопрояви в Українських і Польських Карпатах місцеве населення спостерігало з давніх-давен, що позначилося на топонімах, які походять від автохтонної назви нафти — ропа: Роп'янка, Ріпне, Ропиця та ін. На території України нафту вперше почали видобувати у Прикарпатті в XVI — на початку XVII ст. Ще в XVI ст.

Дрогобич мав привілей на освітлення вулиць «скельним олієм». Перша письмова згадка про галицьку нафту датована 1617 роком. У XVII ст. видано офіційний урядовий документ — «Декрет Дворової палати» до Гірничого суду в Дрогобичі, що визнавав ропу за мінерал. На старовинному промислі Слобода Рунгурська (Коломийщина) нафту добували принаймні з 1711 року. На початку XIX ст. багаті нафтові поклади було відкрито у смузі від Добромиля через Дрогобич до Кут і далі до Румунії. Найбільший тогочасний промисел з'явився в 1800 році поблизу села Погар у Сколівщині, неподалік потоку Роп'янка. За описами австрійського геолога Еміля Тітца, тут із колодязів глибиною до 70 м отримували майже 260 т нафти на рік. Відомі спроби промислового використання Бориславського родовища в 1810–1817 рр., які не дістали сталого розвитку через відсутність значного запотребування нафтопродуктів. Нафтові скарби довго чекали свого часу, оскільки для виготовлення мастил чи ліків потрібні були відносно невеликі обсяги видобутку: доба нафти як палива ще не настала.

Першим кроком, який сформував масштабні потреби нафти, було винайдення гасу [138] й гасової світильної лампи, яка «витіснила»

---

[138] Слово «гас» в українській мові походить від скороченого англійського *gas-oil* (буквально — світильногазова нафта). У багатьох європейських мовах цей термін йде від *kerosine* А. Ґеснера (освітлювального олію, вперше отриманого з вугілля й запатентованого у США 1854 року), етимологія якого пов'язана з грецьким коренем *kerós*, тобто «віск».

[139] Важко визначити, якій країні та якому народові належать ці визначні відкриття. Вони були зроблені у Львові й насамперед поширювалися на землях із переважно українським населенням (обидва винахідники володіли українською мовою, так само як польською й німецькою). За принципом «зроблено в Україні» маємо нагоду вважати ці винаходи вітчизняними. Проте Галичина належала тоді до Австрійської імперії, причому Зег і Лукасевич здобули наукові ступені у Відні, там же було виданої привілей (патент) на винахід гасу, що дає підстави Австрії також бути правонаступницею цих новацій. Зег мав німецько-угорське, а Лукасевич — вірменсько-польське походження (брав

свічки й олійні лампи для освітлення помешкань і вулиць міст, що помітно змінило на краще загальний побут людей. Уперше технологія дистиляції та хімічного очищення сирої нафти була розроблена в 1853 році у Львові хіміками-фармацевтами Йоганном Зегом та Ігнатієм Лукасевичем [139]. Слід зазначити, що перегонка нафти була відома з давніх часів, її використовували ще античні лікарі (зокрема Кассій Фелікс) й середньовічні арабські алхіміки. Серед промисловців, що відзначились упровадженням технологій нафтопереробки, слід назвати архангельського рудознавця Федора Прядунова, який у 1746 році спорудив промисловий нафтоперегінний пристрій на Ухтинських розробках; братів Дубініних, які винайшли нафтоперегінний куб і використали його в 1823 році на промислах у Моздоці; гірничого інженера Миколу Воскобойникова, під керівництвом якого було збудовано перший нафтоперегінний завод на Апшероні (1837 р.). Промислова переробка й очищення нафти в Англії розпочалися 1851 року. Але всі ці технології не забезпечували чистого дистиляту. Отримані речовини під час спалювання у світильниках (так само, як рослинні олії й тваринні жири) давали тьмяне світло, сморід і багато кіптяви, яка швидко забруднювала лампу, зменшуючи прозорість слюди чи скла.

Сконструйована І. Лукасевичем і виготовлена бляхарем А. Братковським перша гасова лампа публічно «засвітилася» 30 березня 1853 року у львівській аптеці «Під золотою зіркою» (у хімічній лабораторії якої й було отримано новий нафтопродукт — гас). Наприкінці липня того ж року за допомогою цих ламп уже освітлювали приміщення (зокрема операційні) у головній львівській лікарні. Так розпочалась тріумфальна хода гасу Львовом, Галичиною, усім світом. Спочатку лампа з'явилась у будинках, потім нею почали освітлювати й вулиці міст. Перша у

участь у боротьбі за незалежність Польщі), тобто ще чотири народи можуть пишатися досягненнями своїх синів. Як завжди, славетна справа знаходить своїх шанувальників серед багатьох причетних до неї народів і визначити національну належність тут доволі складно.

світі вулична гасова лампа з'явилася в одному з центрів нафтовидобутку Галичини — місті Горлиці (Лемківщина, сучасна Південна Польща), де певний час працював І. Лукасевич. Галичина та Румунія (зокрема Бухарест) були піонерами гасового освітлення міських вулиць. Усе це дало поштовх для започаткування масштабних нафтових розробок і спричинило справжній бум нафтовидобутку на родовищах Карпат і в інших багатих на нафту регіонах світу. Важливу роль у поширенні розробок нафти в Галичині відіграв Гірничий статут, виданий 23 травня 1854 року австрійським урядом, згідно з яким видобуток нафти дозволяли приватним особам.

Ігнатій Лукасевич, якого справедливо вважають фундатором нафтової справи Карпат (був засновником першого у світі нафтового товариства), до кінця життя не припиняв дослідів із нафтою та технологіями її видобутку. У 1854 році він на власні кошти спорудив першу в Галичині нафтову свердловину в селі Полянка біля Коросно (Підкарпатське воєводство Польщі). Того ж року поблизу Коросно ним була закладена підземна нафтова копальня (нині Музей нафтогазової промисловості). Свердловина Лукасевича поклала початок упровадженню свердловинного способу видобутку ропи на Галичині, який поступово (здебільшого у 80-х роках XIX ст.) витісняв колодязну технологію.

У 1853 році починають розробляти потужне Бориславське нафтогазове родовище (Дрогобицький район Львівщини). Його відкриття пов'язують із діяльністю львівського підприємця Роберта Домса. Ось як згадує про це Іван Франко уповісті «Boa constrictor»: «Домс, знаменитий прусський капіталіст, котрому наша Галичина майже в кождій галузі промислу винна перший товчок, проїжджаючи раз через Дрогобич, звернув увагу на дивну мазь, котру жиди в коновках розносили на продаж селянам по ринку. Переконавшись, що се нафта, занечищена земляними і другими мінеральними примішками, він забажав побачити те місце, де добувають ту мазь. Йому сейчас вказали бориславські мочари. Селяни розповіли йому, як вона підходить наверх води, як випалює траву і всяку ростинність, — а деякі заговорили навіть про

підземних заклятих бойовників, котрих перегнила кров випливає наверх. Домс, практичний чоловік, розуміється, небагато там зважав на такі казки, але швидко покмітив, що нафтові жили мусять бути неглибоко, коли нафта сама підходить догори, і що мусять вони бути неабиякі багаті. Він поїхав до Бориславa, звидів місцевість і рішив сейчас зачати першу пробу. У кількох бідніших він позакупляв за безцінок частки поля і, нанявши бориславських-таки парубків, почав копати вузенькі «дучки». По трьох-чотирьох сажнях показалася нафта. Домс тріумфував. Він швидко кинувся будувати дестилярні, почав радитися з ученими, інженерами та гутниками».

У 1853 році Домс відкрив у Бориславі перше нафтоперегінне підприємство, де використовувався патент Йоганна Зега. Спершу виходи нафти на поверхню озер чи джерел збирали (либали) квачами з кінського волосся, або трав'яними віниками. Основною технологією видобутку на довгий час став колодязний спосіб. Нафтові ями розміщували переважно вздовж річки Тисмениці. У 1865 році тут функціонувало близько 5 тис. колодязів глибиною до 35–40 м. Добова продуктивність однієї копанки доходила до 130–140 кг. Підприємець Р. Домс одним із перших у Галичині впровадив для видобутку нафти славнозвісні бурові вежі, що стали характерною ознакою нафтових промислів. Перша бурова вежа Домса («шиба») для ударного буріння нафтових свердловин була споруджена в Бориславі в 1861 році. Крім свердловин, видобуток нафти вели підземним способом на численних копальнях. У 1855–1865 рр. вартість щорічного видобутку нафтопродуктів у Галичині оцінювалася в 15 млн золотих. У 1870 році видобуток нафти у Бориславі досяг 10,6 тис. т, тут діяло близько 800 дрібних підприємств, на яких працювало понад 10 тис. робітників.

Значний технологічний прорив і різке збільшення обсягів видобутку були пов'язані з упровадженням канатного буріння свердловин (90-ті роки XIX ст.), коли їх глибина перевищила 800 м, причому деякі нафтові фонтани давали до 3 тис. т на добу. Заміна ручної праці машинами й використання процесу фонтанування нафти перетворили видобуток нафти у важливу промислову

галузь. У 1909 році у Бориславському нафтовому районі було отримано рекордний видобуток — понад 1,9 млн т.

1858 року було відкрито нафтове родовище у Східниці (10 км південно-західніше Борислава) й розпочато видобуток нафти та озокериту. Можливість швидкого збагачення привела сюди капітали й численних спеціалістів із Західної Європи та США. Наприкінці XIX ст. тут діяло близько 400 свердловин, і Східниця посіла перше місце за обсягами видобутку нафти в Галичині (у першій чверті XX ст. вона поступилася Бориславу й Биткову).

Промислові нафтові розвідки поблизу старих нафтових розробок у Слободі Рунгурській(Коломийський район Івано-Франківщини) почалися 1862 року, а перша свердловина («шиба») з'явилася тут у 1872 році. Хоча спорудження свердловин велося швидкими темпами, проте збирання ропи вручну (в колодязях або шахтах) не припинялося. Праця була нелегкою і небезпечною. Унаслідок вибухів газу та обривання канатів траплялися смертельні випадки, особливо багато робітників загинуло під час вибуху 1874 року. Виявлення додаткових великих запасів нафти пов'язано тут із розвідками С. Щепановського (1879 р.), який вважається піонером промислового нафтовидобутку на Коломийщині. У 80-ті роки XIX ст. Слобода Рунгурська, Печеніжин і Коломия стали центрами потужного промислу й торгівлі нафтою, притягуючи до себе відомих гірничих спеціалістів із Англії, США, Канади (у широко знаному вислові «англієць із Коломиї» спочатку справді йшлося саме про прибулих іноземних спеціалістів).

Священик Ян Бадені у своїй книзі «Поміж слов'янами» так описував Слободу Рунгурську: «...трохи звертаємо і, прихована досі, постає в цілій своїй красі галицька Пенсільванія, галицьке Баку, говорячи без перебільшення, славна Слобода Рунгурська. Оригінальне поселення... Мимоволі вже на перший погляд на думку спадає Америка, її міста, що виростають з блискавичною швидкістю серед недоторканих лісів і складаються більшою мірою з фабричних труб, ніж з житлових будинків. Долиною біжить потік, що перетинається кількома кладками, бо думати про мости немає

часу, немає вигоди. До потоку з обох боків ледь схиляються численні безіменні, неначе вирізьблені, пагорби, що займають величезний простір. На них — ліс сотень бурильних веж. Пробиваючись між ними, ще не рушений людьми бір, що простягається далеко-далеко, поки сягає око, ніби пробує змагатися з шумом машин та зі скреготом пилок».

У 1885 році у Слободі Рунгурській діяло 300 свердловин, які давали понад 75 тис. т нафти. «Нафта била фонтаном, лилася потоками, здавалося (не всім, але багатьом), що так литися буде без перерви та кінця. Отже, навіщо збирати, навіщо економити, навіщо рахуватися з вимогами будь-якого раціонального господарювання: пливе золото, нехай відпливає», — так описував ситуацію тих років Я. Бадені. На жаль, цей «галицький Клондайк» був майже повністю вичерпаний до 1911 року.

Оцінюючи обсяги й технології видобутку, слід пам'ятати про тих, хто забезпечував ці нафтові багатства. Іван Франко у передньому слові до свого славнозвісного «Борислава» зазначав: «Бориславщина звісний на цілу Галичину, ба й на цілу Європу, яко копальня нафти і земного воску, — та звісний, певно, лиш з імені. Не знаю, чи приходило й на думку тисячам а тисячам образованих людей, що там рік-річно з'їздять задля інтересів, хоть поглянути на життя тої незлічимої сили "ріпників", що для них видобувають скарби земні... Довгі літа мав я спосібність придивлятися тій страшенній експлуатації, що, мов зараза, ширіться щораз дальше, росте ураз із зростом нужди і недостатку в народі, і мав я спосібність оглядати й немало сумних-сумних наслідків її...»

Не применшуючи значення інших нафтодобувних регіонів світу, зазначимо, що родовища на території сучасної України та Румунії, які розташовувались у географічному центрі Європи, мали найкоротший шлях до європейських споживачів, формували новітні потреби застосування нафтопродуктів й були полігоном для впровадження нових технічних ідей і наукових розробок. Їхня роль ще більш підсилилась із винайденням бензинового двигуна й автомобіля (Карл Бенц, 1885 р.), а також у зв'язку з появою

моторизованих військових частин. До 90-х років XIX ст. румунські родовища, на відміну від родовищ Галичини, залишалися без належного попиту, але вже в першому десятилітті XX ст. видобуток зріс тут майже в 7 разів (значні фінансові інвестиції зумовлював «вік моторів»).

Колись у львівській крамниці Йоганна Зега поруч із гасом та іншими побічними продуктами переробки нафти продавалася (як «рідина для виведення плям з одягу») її легка фракція — бензин. За кілька десятиліть ця «рідина» радикально змінила світ техніки й навіть хід історії [139]. Лорд Джордж Керзон на урочистому святкуванні перемоги союзників у Першій світовій війні заявляв: «Майбутнє підтвердить, що союзників привели до перемоги потоки нафти... Слід безперервно повторювати, що без нафти союзні армії не були б у змозі домогтися переможного завершення війни». Карпатські нафтові родовища залишалися одними з найважливіших стратегічних об'єктів як Першої, так і Другої світових війн.

Розробки на Апшероні (Азербайджан)

Сталий видобуток нафтопродуктів у Прикаспії розпочався вже за кілька століть до Р. Х., причому, за свідченнями перських і арабських джерел, кустарні промисли на Апшеронському півострові майже не припинялися протягом усього Середньовіччя. Недаремно сама назва країни Азербайджан означає «земля вогню» або «захищена вогнем» (походить від вогнищ на стародавніх виходах нафти та газу й сакралізації цього полум'я сектами вогнепоклонників). Карти Каспійського моря з'являються в Європі, починаючи з XVI ст., зокрема карта англійця Е. Дженкінсона (1562 р.) та голландця Я. Стрейса (1675 р.), який у книзі «Три подорожі»згадував каспійські розробки нафти. Перший ґрунтовний опис бакинського нафтового промислу було зроблено в 1683 році німецьким

[139] У 1910 році світові обсяги продажів бензину вперше перевищили продаж гасу.

натуралістом Е. Кемпфером, секретарем шведського посольства в Персії (у цей час видобуток сягав близько 700 пудів нафти за добу). Перша карта Апшеронського півострова з докладними позначками нафтових колодязів була створена військовими картографами російської армії в 1729 році. Після укладення Гюлістанського миру з Персією (1813 р.) більша частина Азербайджану відійшла до складу Російської імперії, що спричинило поступове залучення бакинської нафти у процеси промислового розвитку Росії.

У 1813 році майже всі нафтові колодязі належали бакинському ханові Гусейну. 1825 року їх було залучено до російської скарбниці й надано у платне використання відкупнику Тарумову (в цей рік 102 колодязі дали 240 тис. пудів нафти), пізніше основними орендарями стають промисловці — брати Мірзоєви, Кокорев, Губонін та ін. При цьому державна Дирекція бакинських і ширванських нафтових і соляних промислів зберігала контроль за «належним утриманням нафтових колодязів, за видобутком нафти, доставлянням її в Баку та продажем у місцях, для того призначених». Казенна відкупна система проіснувала до 1872 року й за імператорським наказом Олександра II була замінена «Правилами нафтового промислу», які впровадили приватну власність на ділянки родовищ і видобувні виробки. У 1873 році проведено перший аукціон з продажу ділянок нафтових родовищ на Апшероні [140].

До останньої чверті XIX ст. основну частину видобутку давали нафтові колодязі, які не припиняли експлуатувати й після широкого впровадження свердловин. Здебільшого колодязі — це відносно неглибокі ями, стінки яких не кріпили. Старі колодязі мали в середньому діаметр 60–80 см і глибину — близько 10–11 м. Поглиблення їх (іноді до 35–40 м) потребувало забезпечення стійкості бічних порід за допомогою дерев'яних окладів або кам'яного мурування. Конструкція колодязів мала розширення виробки в донній частині задля збільшення припливу нафти. Пізніше спорудження колодязів

[140] Зокрема Бакинський промисловий район включав «нафтові села» Сурахани, Бібі-Ейбат, Балахани й Сабунчі.

починали з котлована, в донній частині якого робили вертикальну виробку (дерев'яний оклад виводили на рівень поверхні). Для вичерпування нафти використовували звичайний ручний коловорот і баранячі бурдюки. Іноді застосовували кінський рушій і великі за розмірами бурдюки зі шкури биків, а на початку XX ст. — парові машини та желонки. Технологія передбачала періодичне очищення нафтових колодязів від зсувів ґрунту, згущених (затужавілих) нафтопродуктів і мінеральних домішок, які засмічували шляхи витоків нафти. Важкою була фізична праця чистильників колодязів, адже роботи вони вели в обмеженому просторі виробки, серед нафтового бруду й випарів, за помітної нестачі кисню.

Початок технічного вдосконалення видобутку, переробки й транспортування бакинської нафти пов'язаний з ім'ям першого директора бакинських і ширванських нафтових і соляних промислів, гірничого інженера Миколи Воскобойникова. Він розробив проект і в 1837 році збудував перший нафтопереробний завод на Апшероні (в Балаханах), удосконалив систему зберігання й випускання нафти, запропонував відкачку нафти з колодязів помпами (до речі, останнє не було впроваджене через відсутність поршневих пристроїв відповідної потужності), винайшов вентилятори й «дихальний снаряд» для чистильників колодязів. Перспективним проектом Воскобойникова, що випередив свій час, було створення нафтового терміналу на узбережжі Каспійського моря, який передбачав пристань на палях і підведену до неї залізницю (на час створення цього проекту залізничного транспорту в Російській імперії ще не було). Але найбільшою інженерною заслугою Воскобойникова вважають ідею буріння свердловин для поглиблення нафтових колодязів і пошуку нафтових покладів [141]. Його пропозиції підтримав росій-

[141] За іронією долі пропозиції використання бурильної техніки у справі пошуків і видобутку бакинської нафти, які висунув М. Воскобойников, були на його особисте прохання подані головнокомандувачу Закавказького краю у доповідній записці близького до владних кіл статського радника Василя Семенова. З «легкої руки» радянських

ський уряд, і в 1845 році були спрямовані кошти для придбання необхідних бурів. Протягом майже трьох років проводилися бурильні роботи в районі Бібі-Ейбата (керував бурінням свердловини вже новий директор промислів Алексєєв). У липні 1848 року намісник Кавказу князь М. Воронцов повідомив, що на Бібі-Ейбаті пробурено першу свердловину, яка вийшла на нафту. На жаль, так само, як у випадку з румунською нафтовою свердловиною 1821 року, приплив нафти був незначним і не мав промислового значення, що на певний час призупинило розвиток свердловинного способу видобутку на бакинських родовищах.

Нова хвиля зацікавленості свердловинними технологіями виникла в 60-х роках XIX ст. після успішного досвіду в Галичині (починаючи з 1854 р.) і Пенсильванії (з 1859 р.). Друга російська нафтова свердловина глибиною 198 м була пройдена ударно-канатним способом на Кубані (1864 р., інженер А. Новосельцев). Свердловинні роботи на Апшероні почали впроваджувати приватні промисловці-відкупники Василь Кокорев і брати Мірзоєви. Один із найуспішніших російських нафтопромисловців, фактичний голова першої акційної нафтової компанії «Бакинське нафтове товариство» Василь Кокорев скупив значну кількість багатих нафтових ділянок і, запросивши найкращих спеціалістів у галузі бурильних технологій, розпочав спроби свердловинного видобутку. Деякі свердловини давали непогані результати, але американські надпотужні «фонтани» не траплялися. Втім, Кокорев вів масштабний видобуток і переробку бакинської нафти й збудував декілька великих перегінних заводів. Транспортування нафти з місць видобутку на заводи й торгівля освітлювальним олієм стала прибутковою справою, яка залучала велику кількість робітників. Його освітлювальний олій «фотонафтіль» (аналог гасу) успішно

історіографів В. Семенов (до речі, філолог за освітою, закоханий у поезію випускник Царськосельського ліцею, добрий знайомий О. Пушкіна) став «батьком» перших у світі нафтових свердловин, що жодним чином не відповідало істині.

конкурував з австрійською (галицькою) та американською продукцією, що значною мірою скоротило імпорт гасу до Російської імперії. Кокорев прагнув упроваджувати у видобувний і переробний процеси останні науково-технічні новації, для ознайомлення з якими він посилав своїх інженерів на стажування до Австрії та США. До речі, саме Кокорев запросив Дмитра Менделєєва для наукового обґрунтування подальшого розвитку нафтової справи на Апшероні й удосконалення способів переробки нафти. Унаслідок цього з'явилися праці вченого «Нафтова промисловість у північно-американському штаті Пенсільванія та на Кавказі» і «Бакинська нафтова промисловість у 1886 р.».

Справжній нафтовий бум на бакинських промислах розпочався після появи нафтових фонтанів на свердловинах «Товариства братів Мірзоєвих». Їхня перша свердловина була закладена в 1869 році на Балаханському родовищі й могла відразу дати велику нафту. Але під час пробного черпання желонкою зі свердловини прорвалися водяні струмені, полетіло каміння й пісок, супроводжувані нестерпним гулом. Перелякані бурильники забили стовбур свердловини камінням, глиною, піском, чим перепинили... «вихід нечистої сили» (для надійності над свердловиною встановили дерев'яний хрест). Цей епізод ілюструє, якими були на той час «досвід» і «знання» перших бурильників. Друга свердловина Мірзоєвих була пробурена в Балаханах 1871 року й на глибині близько 45 м почала давати небачені припливи нафти: перша доба — 11,2 т, друга — 32 т, і так щодня — дедалі більше й більше. Розпочався небачений ажіотаж у справі буріння нафтових свердловин. На промисли посунув потік робітників із Росії, Кавказу, Туреччини та Персії. Краєвиди Апшерону «прикрасилися» сотнями бурильних веж і фонтанами зі свердловин. Слід зазначити, що приборкувати нафтові фонтани навчилися не відразу, катастрофічні наслідки мало загоряння таких викидів [142]. Здебільшого буріння

[142] Найбільший нафтовий фонтан було відкрито свердловиною промисловця Субалова в Бібі-Ейбаті в 1892 році. Протягом 1893 року

свердловин вели «всліпу», без будь-яких геологічних даних, граючи у своєрідну лотерею (проте багаті нафтові поля часто тішили омріяним успіхом). Перша штатна одиниця «геолог-нафтовик» з'явилася в компанії братів Нобелів лише наприкінці 70-х років.

Нафтова імперія Нобелів бере початок 1873 року, коли Роберт Нобель у пошуках горіхової деревини (для виробництва прикла́дів стрілецької зброї) прибув на Кавказ. Тогочасний спад цін на нафту («що вище бив нафтовий фонтан на черговій свердловині, то нижчими ставали ціни») й добрі можливості для купівлі ділянок надихнули його на думку заснувати нафтовидобувну компанію. Разом із братом Людвігом він придбав нафтопереробний завод у «Чорному місті» [143] (на околицях Баку) такілька нафтових ділянок. Аналізуючи тогочасний стан виробництва, зберігання й транспортування нафти, Нобелі дійшли висновку про необхідність докорінних перетворень майже на всіх організаційних і технологічних етапах. У 1879 році було засноване «Товариство нафтового виробництва "Брати Нобель"» (скорочено «БраНобель») з досить потужним капіталом — 3 млн рублів, — значна частина якого отримана за посередництвом Альфреда Нобеля в західних банках (зокрема в банку «Ліонський кредит»).

Розпочалася багатогранна робота з модернізації промислів. Перевезення нафти на гарбах у глиняних посудинах (від місць видобутку до переробних заводів) було замінено транспортуванням нафтогонами, оснащеними паровими помпами (перший

свердловина дала майже 300 тис. т нафти, а всього (до вичерпання припливу наприкінці 1894 р.) — 453 тис. т.

Найбільша пожежа сталася 1903 рокув Бібі-Ейбаті, коли полум'я п'яти найбільших свердловин сягало висоти 100 м. Пожежа знищила понад 820 тис. т нафти, що спричинило кризові явища в галузі.

[143] 1873 року в Баку діяло 80 нафтопереробних заводів. Їх дим так забруднював повітря, що міська влада ввела заборону будівництва нових підприємств у межах міста. За 2 км від Баку було відведено спеціальний район для промислових виробництв, який дістав назву «Чорне місто».

упроваджено в 1878 році між Балаханськими промислами і заводом Нобелів у Чорному місті, а за десятиріччя вже функціонував трубопровід Баку — Батумі). Замість земляних ям для зберігання нафтопродуктів були впроваджені надземні та вкопані металеві резервуари конструкції В. Шухова. Для перевезення нафти на далекі відстані залізницею були спроектовані вагони-цистерни. У 1877 році на шведській судноверфі брати Нобелі збудували перший у світі залізний танкер-пароплав «Зороастр», який започаткував наливний спосіб перевезення гасу й нафти [144]. Важливим кроком у техніці буріння стало застосування штанг, що поєднало іноземні й бакинські інженерні розробки. Парова машина на розробках Нобелів стала основним рушієм буріння свердловин, тут з'явилося й перше електричне обладнання. Слід зауважити, що деякі з цих новацій були запропоновані Дмитром Менделєєвим і Кононом Лисенком ще наприкінці 60-х років XIX ст., але саме товариство «БраНобель» зуміло втілити ці проекти в життя, залучивши численних закордонних спеціалістів із Галичини й Пенсильванії.

Окремо слід сказати про нові можливості використання нафтопродуктів і стимулювання зростання попиту на них. Вони стали можливими завдяки винаходам талановитих інженерів, партнерів товариства «БраНобель» і стратегічному мисленню його власників. Так, винайдення інженером Володимиром Шуховим особливої конструкції форсунки (так звана «нобелівська форсунка») дозволило ефективно спалювати мазут, який раніше вважався відходами нафтопереробки [145]. Розробка й удосконалення паливних форсунок забезпечили використання нафти й нафтопродуктів для опа-

---

[144] До появи наливних суден нафту перевозили морем у бочках чи цистернах. Перше морське перевезення нафти з Баку до Астрахані (у цистернах) здійснив у 1873 році астраханський купець М. Артем'єв. Ідея нафтоналивного судна належить російському «олігонафту», купцю та інженерові Віктору Рагозіну.

[145] Назва мазуту походить від арабської«мазхулат» — відходи.

лення котлів, що стало технічним переворотом у пароплавстві й на залізниці [146]. Першим на форсунки, що розбризкували нафту струменем пари під тиском, перейшов танкерний флот братів Нобелів. Починаючи з 90-х років XIX ст. нафтова промисловість поступово перетворюється з гасової на мазутну. Основну увагу приділяють не засобам освітлення, а енергетичному паливу, яке спалювалося за допомогою «нобелівських форсунок».

Відкриття нових перспективних можливостей застосування нафтопродуктів як палива (мазут, бензин) ще більше посилило стратегічне значення нафти й примножило величезні прибутки провідних видобувних і переробних компаній [147]. У 90-ті роки лідером на бакинських промислах стає товариство «БраНобель», головним конкурентом якого було «Каспійсько-Чорноморське нафтопромислове й торговельне товариство» Паризького банкірського дому Ротшильдів (на Апшероні з 1886 р.). Розпочинається запекла боротьба за світовий розподіл нафтового ринку й перспективних родовищ. На зламі століть бакинська нафта грала в цьому розподілі «першу скрипку» (у 1901 р. Бакинський район дав понад 49 % світового видобутку нафти, що становило близько 11 млн т). І хоча вже в 1902 році Російська імперія поступилася за обсягами видобутку США, розробки на Апшероні тривалий час зберігали світове стратегічне значення (в тому числі — за темпами впровадження технічних новацій). З цього приводу В. Черчілль вельми красномовно зауважував: «Якщо нафта королева, то Баку її трон».

Слід підкреслити, що хоча в розробці нафтових скарбів Апшерону брали участь представники різних народів (у середовищі

---

[146] Вельми символічно, що винайдення В. Шуховим першої конструкції паливної форсунки збіглося із завершенням Іллею Рєпіним картини «Бурлаки на Волзі» (1873 р.). Винахід Шухова поклав початок стрімкому таненню трьохсоттисячної армії російських бурлаків.

[147] Англійський інженер і геолог А. Бібі-Томпсон, який до початку роботи в Баку працював на золотих рудниках Південної Африки, всебічними обрахунками доводив паритетність прибутків на бакинському «нафтовому Ельдорадо» та золотому Вітватерсранді.

гірничих інженерів певний час переважали росіяни, зокрема випускники Санкт-Петербурзького гірничого інституту), але основний тягар величезної й різноманітної праці щодо створення найпотужнішого у світі нафтопромислу дістався азербайджанському народові, який мав віковічні традиції видобутку, переробки й застосування нафти. Одночасно індустріальний розвиток бакинських промислів значною мірою вплинув на подальшу долю азербайджанського народу, забезпечивши його вихід на новий культурно-історичний рівень розвитку, на процвітання столиці — міста-красеня Баку. Не випадково Азербайджанська Демократична Республіка, проголошена 1918 року, стала першою демократичною світською республікою мусульманського світу.

Завершуючи ретроспективний огляд історії бакинської нафти, не забудьмо й тих українців, які сприяли технічному поступу бакинських нафтопромислів. Серед багатьох достойників назвемо лише три прізвища — Лисенко, Дорошенко, Квітка. Професор Конон Лисенко, що походив з полтавської шляхти, кількаразово відвідував бакинські промисли, консультував провідних нафтових промисловців та інженерів (був ревнителем свердловинної технології видобутку), створив першу у вітчизняній науковій літературі монографію «Нафтове виробництво» (1878 р.), яка слугувала практичним довідником високої інженерної культури, провідником нових прогресивних ідей у нафтовій галузі.

Гірничий інженер Олексій Дорошенко керував технічними роботами на першому нафтопереробному заводі братів Нобелів, пізніше на запрошення промисловця Василя Кокорева очолив найбільший Сураханський нафтоперегінний завод, створив першу на Апшероні технологічну лінію з отримання мастил із залишків і відходів виробництва, розбудував лабораторію для дослідження нафтопродуктів і розробив оригінальні методики оцінювання їх якості. У 90-х роках XIX ст. був обраний головою Бакинського відділення Імператорського російського технічного товариства.

«Апшеронський козак» Семен Квітка походив зі славнозвісного козацького полковничого роду, закоріненого на Полтавщині

й Слобожанщині. Серед його родичів були засновник міста Харкова полковник Андрій Квітка, видатний письменник Григорій Квітка-Основ'яненко, історик Іван Квітка (автор «Стислого опису Малої Росії»), професор Климент Квітка (один із засновників української музичної етнографії). Семен Кузьмич Квітка успішно продовжив культурні досягнення свого роду, але в іншій сфері діяльності — як гірничий інженер і винахідник. Спочатку працював на Сураханському заводі у Кокорева, але невдовзі обійняв посаду управителя нафтових промислів братів Мірзоєвих і завдяки впровадженню нових технологій у стислий термін підняв продуктивність промислів майже втричі. Квітка перебудував старий перегінний завод Мірзоєвих на гасово-мастильний, який уславився якістю своєї продукції. На початку 90-х за власними конструктивними рішеннями розробив проект і збудував нафтоперегінний завод для «Товариства Отто і К°». Найбільшим досягненням інженера Квітки був винахід нового способу термічного крекінг-процесу, який дозволяв отримувати бензин із нафти або мазуту (патентний пріоритет з 1911 р.). Ця крекінг-установка була збудована в Баку у 1925 році (вже після кончини автора) й успішно працювала протягом тривалого часу, що дало можливість утворити в колишньому СРСР першу практичну школу у сфері термічного крекінгу.

Багатий досвід освоєння бакинських родовищ дозволив упровадити передові технології пошуку й розробки нафти в інших регіонах Кавказу — Грозному, Майкопі, на Тамані та в Грузії. Найзначніший із них — Грозненський нафтовий район. Багата нафта була розвідана тут у 1833 році (хоча природні джерела були відомі здавна). Промисловий колодязний видобуток розпочався в 60-х роках XIX ст. і був пов'язаний із будівництвом нафтоперегінного заводу бакинського промисловця І. Мірзоєва. Однією з провідних видобувних компаній була «Нітабух, Фінкельштейн і К°», яка на початку 90-х років передала свої активи І. Ахвердову. У 1893 році йому вдалося пробурити на Єрмолинській ділянці свердловину глибиною 132 м, з якої почав бити потужний

нафтовий фонтан. Кожна наступна свердловина давала нові багаті фонтани, провокуючи грозненську «нафтову лихоманку», але відсутність необхідної інфраструктури (резервуарів для зберігання, транспортних можливостей, відповідних переробних потужностей) потребувала дедалі більших капіталовкладень.

У 1895 році у Брюсселі за участю І. Ахвердова була заснована компанія «Петроль де Грозні», й англо-бельгійський капітал зайшов таким чином на родовища Північного Кавказу. Ще одним потужним гравцем у Грозному стала компанія «Руський стандарт» банкірського дому Ротшильдів. На початок 1914 року Грозненський нафтовий район став одним із найбільш значних нафтовидобувних центрів світу.

Родовища США

Уже в XVII–XVIII ст. колонізатори величезних просторів Північної Америки натрапляли на природні джерела нафти, а буріння неглибоких свердловин на воду іноді відкривало шлях до нафтових покладів. Нафту використовували здебільшого як освітлювальний олій. Зародження нафтової промисловості США відбулося наприкінці 50-х років XIX ст., коли перша нафтова компанія «Сенека Ойл оф Коннектикут», очолювана Е. Дрейком, знайшла багату нафту у Пенсильванії (родовище Ойл-Крік). Їх перша свердловина, пройдена в 1859 році ударно-канатним способом на глибину 21,2 м, дала нафтовий фонтан зі сталим дебітом до 3,5 т на добу. Місце буріння було зумовлене наявністю поблизу природного нафтового джерела. Протягом 1860 року одна зі свердловин поблизу Титусвілля забезпечила майже 60 тис. т «чорного золота», довівши надзвичайно великий потенціал свердловинних технологій видобутку. Одна з найпотужніших нафтових свердловин Пенсильванії була пробурена 1886 року поблизу Пітсбурга і протягом майже двох місяців виносила на поверхню 1200 т нафти на добу. Уже в 1873 році видобуток нафти у Пенсільванії сягнув мільйона тонн, забезпечивши США світову першість нафтовидобутку

(бакинські родовища лише на початку XX ст. на якийсь час випередили американські).

Свердловинний спосіб пошуку нафтових покладів привів до відкриття багатих родовищ у штатах Кентуккі й Огайо (1860 р.), а також у Каліфорнії (1861 р.), де в 90-х роках XIX ст. спостерігався справжній нафтовий бум (гігантські родовища Коалінга Іст, Мідуей-Сансет та ін. у 1901 році вивели Каліфорнію в лідери нафтовидобутку Америки). На початку XX ст. були розвідані багаті родовища Техасу. Загальний видобуток нафти в США досяг у 1900 році 8,6 млн т. Про масштаби подальшого зростання нафтової промисловості красномовно свідчить той факт, що протягом лише п'яти років (1909–1913 рр.) у цій країні було пробурено на нафту понад 90 тис. свердловин.

Видобуток, переробка й транспортування нафти у США значною мірою визначалися діяльністю кампанії «Стандард Ойл», заснованої Джоном Рокфеллером 1870 року в багатому на нафту штаті Огайо (нафтопереробні потужності компанії зосереджувалися в Клівленді). У 1882 році «Стандард Ойл» підпорядкував 40 компаній нафтової індустрії, об'єднавши їх в одному тресті, який запосів майже монопольні позиції у нафтовій галузі США. Це вдалося завдяки захопленню значної частини нафтопереробних і транспортних підприємств (разом із Вандербільдом), тиску на видобувні компанії з боку транспортних (конкуренти Рокфеллера отримували вищий транспортний тариф, а інколи — повну транспортну блокаду видобувних підприємств). Показовим прикладом конкурентної боротьби «Стандард Ойл» було засилання розбійних банд на будівництво нафтогону (завдовжки 110 км), який незалежні від Рокфеллера компанії будували у Пенсильванії. Коли нафтопровід конкуренти все ж таки спорудили і це могло призвести до втрати транспортної монополії «Стандард Ойл», Рокфеллер побудував паралельні нафтогони, якими нафту переганяли за символічну платню, доки транспортна артерія конкурентів не зазнала фінансового краху. У 1894 році Джон Рокфеллер став першим американським мільярдером.

У 1911 році рішенням Антимонопольного комітету США «Стандард Ойл» було розділено на декілька компаній, що насправді лише незначною мірою вплинуло на позиції гігантської корпорації. Величезні капітали дозволили Дж. Рокфеллеру створити 12 потужних банків, які за рішенням Конгресу стали Федеральним резервом США (тобто тимчасовим місцезнаходженням податків держави). Таким чином, нафтова промисловість уже на початку XX ст. відігравала роль одного з основних фінансових джерел індустріального світу, що значною мірою посилилось після виникнення і розвитку автомобільної, авіаційної та оборонної промисловості.

Близький і Середній Схід

Величезні прибутки, які давала нафтова галузь, і зрослі перспективи застосування нафтопродуктів на транспорті та в промисловості стимулювали інтенсивні пошуки нових потужних родовищ у країнах, де були численні свідчення про давній видобуток і застосування нафти. Серед територій, потенційно багатих на нафту, найбільшу увагу привертали Персія (Іран) та межиріччя Тигру і Євфрату (Ірак). Пошукові роботи на Середньому Сході розпочалися в 1853 році, але протягом навдивовижу тривалого часу геологічні експедиції (здебільшого англійські) не мали успіху.

Відкриття великої перської (іранської) нафти пов'язано з ім'ям золотошукача В. Д'Арсі. Його капітали виникли на золотих рудниках Австралії. У 1882 році брати Моргани відкрили золоте родовище у штаті Квінсленд, давши йому ім'я Маунт-Морган. Задля з'ясування глибини поширення золотої жили Моргани заклали на схилі золотої гори штольню, яка не перетнулася із золотим покладом (довжину штольні помилково прийняли недостатньою, оскільки вважалося, що жила йде майже вертикально). Упевнені в наявності лише обмежених поверхневих покладів, брати Моргани в 1886 році продали родовище золотошукачеві Вільяму Д'Арсі, який уже за три роки став найбагатшою людиною континенту. Він виїхав з Австралії й оселився в Лондоні.

Важко пояснити, з яких міркувань В. Д'Арсі, замість спокійного й розкішного життя серед фінансової еліти Британії, обрав ризиковані пошуки нафти в Персії й уклав у них усі свої капітали. У 1900 році В. Д'Арсі розпочав буріння пошукових свердловин, а в 1908-му було відкрите перше родовище Месджеде-Солейман, з якого починається історія близькосхідної нафти нового часу. Сам Д'Арсі у багато разів окупив свої фінансові вкладення й залишився в історії людиною, якій двічі нечувано поталанило — бути власником найбагатшого австралійського рудника золота й найперспективнішого нафтового родовища світу, причому в обох випадках доводилося йти на величезні ризики.

У 1913 році став до ладу нафтопереробний завод в Абадані, а до нього було збудовано нафтогін. Наступного 1914 року розпочався експорт перської нафти.

Пошуки нафти на території сучасного Іраку велися з 1888 року, а перше родовище Нефтхан було відкрите в 1923-му. Його промислова розробка розпочалась у 1934 році, після завершення будівництва нафтогону, що поєднав район Кіркука з портами Середземного моря. Перше нафтове родовище Саудівської Аравії (Даммам) було відкрите в 1938 році. Сьогодні ця країна має найбільші запаси нафти у світі. Видобуток, переробку й транспортування близькосхідної нафти контролювали здебільшого британські й американські компанії, зокрема «Бритіш петролеум» («Anglo-Persian Oil Co.», а з 1954 р. — «British Petroleum Corp.»), «Шелл» («Royal Dutch — Shell Group»), АРАМКО («Arabian American Oil Co.» як частина «Standard Oil Co.») та ін. Близькосхідний регіон разом з Іраном у другій половині XX ст. був основним експортером нафти, забезпечуючи цією сировиною значну частину світової економіки та транспорту (максимальні обсяги видобутку в цьому регіоні сягали до 40 % світових).

Нафтова й газова промисловість відіграли важливу роль у становленні індустріальної епохи, забезпечивши саму можливість виникнення «доби моторів» (гас, бензин, солярка, мастила). Сьогодні нафтопродукти залишаються майже безальтернативним

пальним для автомобільного, повітряного та водного транспорту. Вони значною мірою зумовлюють сучасну «палітру» світу техніки й енергетичних можливостей людства. У другій половині XX ст. питома вага нафти й газу у паливно-енергетичному балансі світу перевищила 50 % (генерація електроенергії, опалювання помешкань, промислове й побутове використання); хімічна промисловість також значною мірою спиралась на цю сировину. Зрозуміло, чому багаті нафтові й газові родовища, а також шляхи транспортування цих вуглеводнів стали «яблуком розбрату» у світі капіталу, латентною причиною для політичних демаршів і міжнародних збройних конфліктів. Ці тенденції будуть ще більш помітно окреслюватися з огляду на обмеженість нафтогазових ресурсів. За прогнозами Римського клубу, що враховують можливі відкриття нових родовищ, основні запаси будуть вичерпані протягом півстоліття. 2008–2010 роки, за даними Health And Energy Company, стали роками найбільшого в історії людства видобутку вуглеводнів планети — на рівні 30 більйонів барелів на рік. Імовірно, до 2050 року поступове вичерпання природних вуглеводнів планети зумовить зменшення цієї цифри до 12–13 більйонів барелів. Є й більш оптимістичні прогнози вичерпання людством планетарних запасів нафти і газу, але всі вони віщують не більше 100 років. Разом із тим суттєво зросте частка зрідженого природного газу, а перспективи пов'язуються з видобуванням газово-метанових кристалогідратів, зокрема з дна морів та океанів, а також сланцевого газу.

Післямова
КУЛЬТУРНА СПАДЩИНА ГІРНИКІВ — ЗБЕРЕЖЕННЯ, ВИВЧЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ

Бо день прийдешній завжди — вчорашній.
Юрій Іллєнко

Нове тисячоліття змушує нас більш уважно поглянути на історичну долю гірництва та культурну спадщину гірників. З одного боку, це пов'язано з величезною роллю, яку відігравало гірництво протягом усієї історії людства й відіграє сьогодні, з тривогою щодо стрімкого вичерпання мінеральних ресурсів і необхідністю розвитку нових гірничих технологій задля ефективної розробки забалансових запасів і родовищ значних глибин. З іншого боку, в останні кілька десятиліть у Європі спостерігається суттєве скорочення, а в деяких країнах — повна ліквідація гірничої промисловості (результат вичерпання багатих родовищ, які колись здавалися нескінченними). На наших очах завершується давня діяльність багатьох шахтарських регіонів, закриваються старі славнозвісні копальні, яким Європа і світ багато чим завдячують. Для молодого покоління минулий гірничий світ часто існує лише в уяві, яку підтримують незабутні оповіді батьків та рідкісні книги про гірництво давніх часів (на жаль, місце гірничої справи у сучасному інформаційному просторі геть не відповідає її всеосяжному значенню й не сприяє її пізнанню).

Обмежені перспективи сьогоднішнього розвитку гірництва на теренах Європи та величезна культурна спадщина, унікальні промислові пам'ятки, традиції та досвід, які були накопичені тут упродовж століть, визначають підвищену зацікавленість суспільства питаннями історії гірництва, винятковими підземними й наземними спорудами різних часів (у т. ч. — сьогодення). Щодалі більше людей в інженерній та освітньо-науковій сферах доходять

висновку, що ці визначні технічні об'єкти мусять бути врятовані й музеєфіковані, щоб служити майбутнім поколінням як туристичні траси, місця професійних студій, студентських практик тощо.

Збереження промислової спадщини має свою цікаву минувшину. Протягом тривалого історичного часу потреби культурної людини в знайомстві зі світом техніки безпосередньо задовольняли найвідоміші тогочасні технічні об'єкти (здебільшого це були великі будівництва, рудники й ливарні). Ідея створення технічного музею належить французькому філософу й математику Рене Декарту. У першій половині XVII ст. він запропонував створити музей наукових інструментів і механічних ремесел, у якому досвідчені майстри мали відповідати на запитання відвідувачів і роз'ясняти їм виробничі процеси. Великий вплив на зростання потреб у безпосередньому знайомстві зі світом техніки відіграла «Енциклопедія, або Тлумачний словник науки, мистецтва й ремесел», видана між 1751 та 1772 рр. за редакцією Дідро й Д'Аламбера. Перший «Національний музей техніки» був дитям Французької революції. Він з'явився в 1799 році у Парижі, в середньовічному монастирі Сен-Мартен-де-Шан за декретом Директорії від 1794 року. Музею було передано машини, моделі, інструменти, креслення, описи й книжки, що вперше «започаткувало збирання та експонування корисних речей, а не тільки приємних і красивих».

Особливе місце серед науково-технічних музеїв займають музеї просто неба, так звані скансени (назва походить від скандинавського селища Скансен поблизу Стокгольма, де в 1891 році за подвижницької діяльності А. Гезеліуса постав перший подібний музей). Здебільшого це музеї, сформовані на основі автентичних, реально існуючих промислових об'єктів і поселень, які зберігають особливо цінні фрагменти культурного ландшафту й індустріальної спадщини. Наведемо кілька прикладів. У «Музеї людини та промисловості північного сходу Англії» («Біміш») акцент зроблено на демонстрації виробничих процесів індустріального часу, а головними експонатами є промислові споруди, інженерно-транспортні комунікації, гірничодобувна техніка, технології

переробки корисних копалин. Англійський музей «Урочище Айронбрідж» — це металургійний комплекс часів промислової революції у Колбрукдейлі (де було винайдено і вперше застосовано кам'яновугільний кокс), а також старе робітниче селище, перший у світі металевий міст тощо. Ці музеї виконують культурну, освітню та наукову функції, поширюють науково-технічну інформацію у доступній, популярній і цікавій формі, допомагають відчути дух епохи, схопити цілісний образ промислового об'єкта в часі. Саме це приваблює численних студентів (і тих, хто визначається з обранням фаху) для більш глибокого розуміння майбутньої професії. Загалом слід відзначити великий внесок у збереження гірничопромислової й металургійної спадщини Великої Британії, громадськість якої не дозволила знищити фабрично-заводські будівлі й гірничі споруди найбільш уславлених підприємств, що припинили свою виробничу діяльність.

До скансенів примикають шахти-музеї й підземні туристичні траси, не пов'язані з видобутком корисних копалин: печерні міста, підземні сакральні й фортифікаційні споруди тощо (загалом у Європі відкрито для відвідування понад 200 подібних об'єктів). Музеєфікація пам'яток гірництва й металургії видається нам дуже важливою з огляду на провідну роль цих промислів у розвитку технологічних і культурних складових людської цивілізації, їх впливу практично на всі сфери економічного життя суспільства. Не випадково Список світової культурної спадщини («World Heritage») Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки та культури (ЮНЕСКО) включає 15 уславлених рудників минулих часів, а саме: королівську соляну копальню Величка (Польща, 1978 р. [148]), гірничопромислове місто Рьорус (Норвегія, 1980 р.), гірниче місто Потосі (Болівія, 1987 р.), гірниче місто

[148] Рік унесення до Списку світової культурної спадщини ЮНЕСКО. Варто уваги, що копальні у Величці були внесені до першого Списку ще 1978 року (поряд із пірамідами Давнього Єгипту та кількома найбільш значущими для історії людства об'єктами).

Гуанахуато з прилеглими рудниками (Мексика, 1988 р.),срібний рудник Раммельсберг і місто Гослар (Німеччина, 1992), гірниче місто Банська Штявниця (Словаччина, 1993 р.), місто й рудники Кутна Гора (Чехія, 1995 р.), район римських аррyгій Лас-Медулас (Іспанія, 1997), неолітичні копальні кременю у Сп'єнні (Бельгія, 2000 р.), гірничопромисловий ландшафтний парк Бленавон (Велика Британія, 2000 р.), Велику мідну гору Фалун (Швеція, 2001 р.), вугільну шахту «Цольферайн»в Ессені (Німеччина, 2001 р.), гірничопромисловий ландшафтний парк Корнуола й Західного Девоншира (Велика Британія, 2006 р.), гірниче місто Сьюелл (Чилі, 2006 р.), давню соляну шахту-фабрику (Чилі, 2006 р.).

Ці вражаючі пам'ятки давньої промислової діяльності, які були відновлені зусиллями археологів, істориків, геологів, гірничих інженерів, будівельників, архітекторів і спеціалістів музейної справи, є взірцями поєднання інженерних і гуманітарних сфер діяльності сучасної людини задля збереження унікального підземного дивосвіту, створеного вміннями й силою духу гірників минулого. Більшість із цих пам'яток знайшла відображення на сторінках нашої книги.

Не меншу роль у збереженні гірничої культурної спадщини відіграють численні гірничі музеї, кількість яких на теренах Європи сягає кількох десятків. Серед них особливо виділяються Німецький гірничий музей у Бохумі та Гірничий музей Санкт-Петербурзького гірничого інституту. Бохумський музей було закладено 1930 року в серці Руру, колись найпотужнішого вугледобувного басейну Центральної Європи. Німецькі шахтарі протягом століть були добрими вчителями гірничої справи для багатьох народів, несли знання, досвід і технології у віддаленні регіони світу. Проте експозиції Німецького гірничого музею відображають не так національну, як світову історію гірництва, ретельно ілюструючи її десятками тисяч експонатів: археологічними артефактами, давніми технічними знаряддями, геологічними об'єктами, моделями, старими гравюрами й кресленнями, світлинами, документами

тощо. Музей веде наукові дослідження старого гірництва в багатьох регіонах світу, зокрема археологічні розкопки рудників бронзової доби на Близькому Сході та в Середній Азії.

Серед найкращих технічних і природничих музеїв світу — Гірничий музей Санкт-Петербурзького гірничого інституту, який функціонує ще з 1773 року й налічує сьогодні близько 230 тис. експонатів. Унікальні геологічні колекції, гірничо-заводська техніка, найкраща у світі експозиція технічних моделей, високохудожні вироби з металу створили світову славу Гірничого музею й самого навчального закладу. На жаль, подібні «храми гірництва» на теренах колишнього СРСР — унікальні, поодинокі явища. З ними наочно контрастує майже повна втрата значної частини культурної спадщини гірників і металургів минулих часів, знаменитих давніх рудників, підземних споруд, а часом навіть самої інформації про їх існування. Постійно програючи в популяризації культурних досягнень, інформаційному відображенні своїх науково-технічних здобутків, ми втрачаємо зацікавленість до себе з боку світової спільноти, втрачаємо перспективу в очах молодого покоління. Збереження пам'яток і величезного досвіду, накопиченого «старими гірниками», введення його в науковий та освітній простір — важливе завдання сучасної університетської й академічної спільноти, промислових кіл, державної політики. Важливо, щоб відтворені промислові пам'ятки та музейні експозиції не тільки давали змогу ознайомлення зі світом колишніх технологій, але й розкривали внутрішній духовний світ, традиції й культурні надбання давніх підкорювачів надр і металів, переносили кращі духовні здобутки в день прийдешній.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Агрікола Г.* Про гірничу справу XII книг (Книги I–VI)/ Пер. і ред. В. С. Білецького та Г. І. Гайка. — Донецьк: Східний видавничий дім, 2014. — 232 с.
2. *Агрикола Г.* О горном деле и металлургии в двенадцати книгах (главах) / Пер. с лат. / Под. ред. С. В. Шухардина. — М.: Недра, 1986. — 294 с.
3. *Агрикола Г.* О месторождениях и рудниках в старое и новое время / Пер. с лат. — М.: Недра, 1972. — 78 с.
4. *Азимов А.* Ближний Восток. История десяти тысячелетий. — М.: ЗАО Центрполиграф, 2004. — 331 с.
5. *Алексеев И. С.* Золото. Алмазы. Люди. — М.: КНОРУС, 2008. — 600 с.
6. *Аникин А. В.* Золото. — М.: Международные отношения, 1984. — 320 с.
7. *Анисимов Ю. А., Терещенко Н. А., Тищенко В. Г. и др.* Развитие металлургии в Украинской ССР/ Под ред. З. И. Некрасова. — К.: Наукова думка, 1980. — 960 с.
8. *Анучин В. А.* Географический фактор в развитии общества. — М.: Мысль, 1982. — 335 с.
9. *Аптекарь М. Д., Рамазанов С. К., Фрегер Г. Е.* История инженерной деятельности. — К.: Аристей, 2003. — 568 с.
10. *Аренс В. Ж.* Исторические пути развития горной науки и техники. — М.: Недра, 1984. — 36 с.
11. *Аренс А. Ж.* Грани горной науки. — М.: МГИ, 1999. — 249 с.
12. Аркаим: исследования, поиски, открытия / Под науч. ред. Г. Б. Здановича. — Челябинск: Каменный пояс, 1995. — 224 с.
13. *Арсентьев А. И., Падуков В. А.* Беседы о горной науке. — Л.: Наука, 1981. — 160 с.
14. *Архипова Н. П., Ястребов Е. В.* Как были открыты Уральские горы: Очерки истории открытия и изучения природы Урала. — Челябинск: Южно-Уральское книжное изд-во, 1982. — 302 с.
15. *Бадер О. Н.* Древнейшие металлурги Приуралья. — М.: Наука, 1964. — 176 с.

16. *Бажов П. П.* Уральские сказы. — М.: Советская Россия, 1987. — 352 с.
17. *Бакка Н. Т., Ильченко И. В.* Развитие горного дела в истории производственной культуры. В 3 ч. — Житомир: Ленок, 1995. — 430 с.
18. *Бакс К.* Богатства земных недр / Пер. с нем. / Под общ. ред. Г. И. Немкова. — М.: Прогресс, 1986. — 384 с.
19. *Баландин Р. К.* Кто вы, рудокопы Росси? — М.: Знание, 1990. — 48 с.
20. *Баландин Р. К., Бондарев Л. Г.* Природа и цивилизация. — М.: Мысль, 1988. — 392с.
21. *Банк Г.* В мире самоцветов / Пер. с нем. — М: Мир, 1979. — 157 с.
22. *Барский Л. А.*«Принцы» и «нищие» в царстве минералов. — М.: Наука, 1988. — 160 с.
23. *Барский Л. А.* Как ископаемые становятся полезными. — М.: Недра, 1988. — 152с.
24. *Бейклесс Дж.* Америка глазами первооткрывателей / Пер. с англ. — М.: Прогресс, 1969. — 406 с.
25. *Белов Ю. Е.* Алчевские (Страницы истории). — Алчевск, 2008. — 160 с.
26. *Белоусов В. В.* Очерки истории геологии. У истоков науки о земле (геология до конца XVIII в.). — М.: Ингеоком, 1993 г. — 126 с.
27. *Беккерт М.* Мир метала / Пер. с нем. — М.: Мир, 1980. — 152 с.
28. *Беккерт М.* Железо. Факты и легенды / Пер. с нем. — М.: Металлургия, 1984. — 232 с.
29. *Белоусов Р. С.* Тайны знаменитых бриллиантов. — М.: Рипол-Классик, 2004. — 352 с.
30. Берг-привилегия, 1719 г. / Седой Урал. Век XVIII. — М.: Молодая гвардия, 1983. — С. 333–336.
31. *Бердинских В.* История кладоискательства в России. — М.: Захаров, 2005. — 240 с.
32. *Берднік І., Падалка І.* Діаманти України. — К.: Молодь, 1972. — 220 с.
33. *Бернал Дж.* Наука в истории общества / Пер. с англ. — М.: Наука, 1956. — 635 с.
34. *Беус А.* Далекие хребты Кордильер. — М.: Мысль, 1976. — 141с.

35. *Бидзиля В. И. и др.* История черной металлургии и металлообработки на территории УССР (III в. до н.э. — III в. н.э.). — К.: Наукова думка, 1983. — 101с.
36. Биографический словарь деятелей естествознания и техники. В 2 т. /Отв. ред. А. А. Зворыкин. — М. : БСЭ, 1958–1959. — 1016 с.
37. *Білецький В. С., Гайко Г. І.* Хронологія гірництва в країнах світу. — Донецьк: Донецьке відділення НТШ, Редакція гірничої енциклопедії, 2006. — 224 с.
38. *Білецький В., Гайко Г.* Історія гірництва як складова цивілізаційного поступу // Україна: культурна спадщина, національна свідомість, державність. — Вип. 21: Scripta manent. Ювілейний збірник на пошану Б. Якимовича / НАН України, Ін-т українознавства ім. І. Крип'якевича. — Львів, 2012. — С. 123–130.
39. *Білецький В. С.* Йому ім'ям завдячує Донбас (Є. Ковалевський) // Постаті: Нариси про видатних людей Донбасу. — Донецьк: Східний видавничий дім. — 2011. — С. 5–7.
40. *Бируни.* Собрание сведений для познания драгоценностей (минералогия). — Л.: Изд-во АН СССР, 1963. — 518 с.
41. *Блинов Г., Махновецкий Э.* Покорители земных недр. — Л.: Недра, 1986. — 144 с.
42. *Бобылев В. В.* Камни-самоцветы Библии. — М.: Издательский дом МСП, 2005. — 544 с.
43. *Боголюбов О. М.* Нариси з історії механіки. — К.: Наукова думка, 1974. — 192 с.
44. *Бонгард-Левин Г. М., Ильин Г. Ф.* Индия в древности. — М.: Наука, 1985. — 760 с.
45. *Бондаренко В. И., Кузьменко А. М., Дычковский Р. Е. и др.* История кафедры подземной разработки месторождений (1900–2005). — Днепропетровск: Арт-Пресс, 2005. — 488 с.
46. *Бонджоанни А.* Древний Египет / Пер. с итал. — М.: Изд. дом «Ниола 21-й век», 2003. — 216 с.
47. *Борисов С. С.* Занимательно о горном деле. — М.: Недра, 1972. — 128 с.
48. *Борхерс В., Вюст Ф., Трептов Е.* Горное дело и металлургия / Пер. с нем. / Под ред. И. В. Мушкетова, В. И. Баумана // Промышленность и техника (Энциклопедия промышленных знаний). — Т. 5. — СПб.: Книгоизд. т-во «Просвещение», 1901. — 677 с.

49. *Бровендер Ю. М., Гайко Г. І.* Картамиський гірничо-металургійний комплекс пізньобронзової доби // Схід. — 2006. — № 6. — С. 69–73.
50. *Бублейников Ф. Д.* История открытий ископаемых богатств нашей страны. — М.: ОГИЗ, Географгиз, 1948. — 344 с.
51. *Бублейников Ф. Д.* По следам залежей нефти и угля. Популярные очерки из истории открытий. — М.; Л.: Гостоптехиздат, 1951. — 335 с.
52. *Бубнова М. А.* Добыча полезных ископаемых в Средней Азии в XVI–XIX вв. / Отв. ред. В. А. Боярский, Б. А. Литвинский. — М.: Наука, 1975. — 112 с.
53. *Бубнова М. А.* Горным выработкам тысяча лет // По следам памятников истории и культуры Киргизстана. Сб. науч. тр. — Фрунзе, 1982. — С. 104–109.
54. *Бурганський Г., Фундуй Р.* Загадки давнини. Білі плями в історії цивілізації. — К.: Веселка, 1988. — 192 с.
55. *Булах А. Г.* Каменное убранство Петербурга. Этюды о разном. — СПб.: Сударыня, 1999. — 148 с.
56. *Буряков Ю. Ф.* Горное дело и металлургия средневекового Илака (V — начало XIII вв.). — М.: Наука, 1974. — 140 с.
57. *Быков А. А.* Монеты Китая / Под ред. Е. И. Лубо-Лесниченко. — Л.: Советский художник, 1969. — 80 с.
58. *Валаев Р.* Алмаз — камень хрупкий. — К.: Рад. письменник, 1973. — 255 с.
59. *Варенцов М. И., Рябухин Г. Е., Юдин Г. Т.* Месторождения-гиганты (Нефяные и газовые сокровища мира). — М.: Знание, 1966. — 92 с.
60. *Вахрушев В. А.* Архитектура и искусство глазами минералога. — Новосибирск: Наука, 1988. — 80 с.
61. *Венецький С. Й.* Оповідання про метали. — К.: Техніка, 1972. — 128 с.
62. *Венецкий С. И.* От костра до плазмы: Рассказ о многовековом пути, пройденном металлургией, — о поисках и находках, загадках и тайнах, идеях и свершениях. — М.: Знание, 1986. — 206 с.
63. *Венецкий С. И.* Загадки и тайны мира металлов. — М.: МИСИС, 1999. — 376 с.

64. *Вермуш Г.* Алмазы в мировой истории и истории об алмазах / Пер. с нем. — М.: Международные отношения, 1988. — 288 с.
65. *Вернадский В. И.* Опыт описательной минералогии // Избранные сочинения. — Т. 2. — М.: Изд. АН СССР, 1955. — 460 с.
66. *Вернадский В. И.* Избранные труды по истории науки. — М.: Наука, 1981. — 360 с.
67. *Виргинский В. С.* Очерки истории науки и техники XVI–XIX веков. — М.: Просвещение, 1984. — 287с.
68. *Витрувий.* Десять книг об архитектуре. — М.: Архитектура-С, 2006. — 328 с.
69. *Витухновский М.* С киноаппаратом в недра Земли: Сценарии научно-популярных фильмов (Рассказ о камне. Железный век). — М.: Искусство, 1962. — 108 с.
70. *Відейко М. Ю.* Трипільська цивілізація. — К.: Наш час, 2008. — 160 с.
71. *Вознесенська Г. О., Недопако Д. П., Паньков С. В.* Чорна металургія та металообробка населення східноєвропейського лісостепу за доби ранніх слов'ян і Київської Русі. — К.: Ін-т археології НАН України, 1996. — 192 с.
72. *Войлошников В. Д., Войлошников М. В.* Мир полезных ископаемых. — К.: Освіта, 1991. — 240 с.
73. *Воронцов В. В., Люфанов Л. Е.* В сокровищнице земных недр. — М.; Л.: Наука, 1966. — 192 с.
74. Вселенная и человечество. История исследования природы и приложения её сил на службу человечеству / Пер. с нем. / Под общ. ред. Г. Крэмера. — Т. 1. — СПб.: Книгоизд. т-во «Просвещение», 1904. — 460 с.
75. *Вуайо П.* Бриллианты и драгоценные камни / Пер. с фр. — М.: Астрель, АСТ, 2003. — 128 с.
76. *Высоцкий Б. П.* Проблемы истории и методологии геологических наук. — М.: Недра, 1977. — 280 с.
77. *Гавриков Ю. П.* История изумрудной страны. — М.: Наука, 1985. — 128 с.
78. *Гаврилов В. П.* «Черное золото» планеты. — М.: Недра, 1978. — 189 с.

79. *Гаврилова Л. М., Афанасьев В. Г., Севастьянов Ф. Л.* Развитие горного дела в эпоху Екатерины II. — СПб.: Галарт, 2000. — 176 с.
80. *Гайко Г. И.* История горной техники: Учебное пособие. — Алчевск: ДГМИ, 2001. — 134 с.
81. *Гайко Г. И.* Интеграция горной науки и археологии при исследовании памятников горного дела // Проблеми гірничої археології / Під наук. ред. П. П. Толочка, В. М. Дорофєєва. — Алчевськ: ДонДТУ, 2005. — С. 68–73.
82. *Гайко Г., Мікось Т., Хмура Я., Бровендер Ю., Кінаш Р.* Дивовижний світ давнього гірництва: Науково-популярний нарис / Під заг. ред. Г. І. Гайка. — Алчевськ: ДонДТУ, 2005. — 130 с.
83. *Гайко Г. І.* Історія гірництва на землях України // Исторические и футурологические аспекты развития горного дела: Сб. науч. тр. / Под. общ. ред. Г. И. Гайко. — Алчевск: ДонГТУ, 2005. — С. 8–18.
84. *Гайко Г., Тараканова О.* Луганська зірка Карла Гаскойна// Донецький вісник НТШ. — Т. 9. — Донецьк: Східний видавничий дім. — 2005. — С. 52–57.
85. *Гайко Г., Білецький В., Мікось Т., Хмура Я.* Гірництво й підземні споруди в Україні та Польщі (нариси з історії). — Донецьк: Донецьке відділення НТШ, Редакція гірничої енциклопедії, 2009. — 296 с.
86. *Гайко Г. И.* История освоения земных недр. — Донецьк: Східний видавничий дім, 2009. — 292 с.
87. *Гайко Г.* Український Фуггер. Нарис про Олексія Алчевського // Постаті: Нариси про видатних людей Донбасу. — Донецьк: Східний видавничий дім, 2011. — С. 26–33.
88. *Гайко Г. И.* Рождение металлургии — почему это вообще произошло? // Техника — молодежи. — 2012. — № 11. — С. 16–21.
89. *Гайко Г. И.* Как утолить «жажду золота», знали горные инженеры Древнего Рима // Техника — молодежи. — 2013. — № 7. — С. 26–31.
90. *Ганзелка И., Зикмунд М.* По Кордильерам / Пер. с чеш. — Прага: Артия, 1958. — 344 с.
91. *Гейман Л. М.* Взрыв. История, практика, перспективы. — М.: Наука, 1978. — 182 с.
92. Геологія і корисні копалини України: Атлас. — К.: Ін-т геологічних наук НАН України, УІЦПТ «Геос–XXI століття», 2001. — 168 с.

93. *Геродот*. Історії в дев'яти книгах / Пер. зі старогрец. — К.: Наукова думка, 1992. — 575 с.
94. *Гжесёвски Е., Йодловски А., Кальвайтыс Э. и др.* Величка. Старинная шахта соли / Пер. с пол. — Величка: Музей краковских соляных копей, 1981. — 50 с.
95. *Гинер П.* Тайны огненной страны. — Дн.: Промінь, 1972. — 240 с.
96. *Глембоцкая Т. В.* Возникновение и развитие гравитационных методов обогащения полезныхи скопаемых. — М.: Наука, 1991. — 256 с.
97. *Глембоцкая Т. В.* История развития горной промышленности в России. — Ч. 1: С древнейших времен до XX века // Горный журнал. — 1997. –№ 7. — С. 58–61.
98. *Гордеев В. А.* Маркшейдерия от истоков до наших дней // Горный журнал. — 2000. — № 1. — С. 107–112.
99. *Гордеев Д. И.* История геологических наук. — Ч. I: От древности до конца XIX в. — М.: Изд-во МГУ, 1967. — 316 с.
100. *Гордеев Д. И.* История геологических наук. — Ч. II: От конца XIX до середины XX в. — М.: Изд-во МГУ, 1972.– 322 с.
101. Горная энциклопедия: В 5 т./ Гл. ред. Е. А. Козловский. — М.: Сов. энциклопедия, 1984–1991. — 2891 с.
102. Горное дело, металлургия, энергетика, машиностроение. Очерк истории техники в России (с древних времен до 60-х годов XIX века). — М.: Наука, 1978. — 373 с.
103. *Горнунг М. Б., Липец Ю. Г., Олейников И. Н.* История открытия и исследования Африки. — М.: Мысль, 1973. — 453 с.
104. Горный музей: Учебное наглядное пособие/ В. С. Литвиненко, Н. В. Пашкевич, Ж. А. Полярная, М. А. Иванов, А. П. Суслов / Под науч. ред. В. С. Литвиненко. — СПб.: Галарт, 2005. — 128 с.
105. Горный музей (книга вторая). Горная техника. Художественное литьё: Учебное наглядное пособие / В. С. Литвиненко, Н. В. Пашкевич, Ж. А. Полярная, Е. С. Тараканова, Е. Е. Попова / Под науч. ред. В. С. Литвиненко. — СПб.: Галарт, 2008. — 192 с.
106. *Горохов В. Г.* Знать, чтобы делать: История инженерной профессии и ее роль в современной культуре. — М.: Знание, 1987. — 176с.
107. *Гофман К.* Можно ли сделать золото? Мошенники, обманщики и учёные в истории химических элементов / Пер. с нем. — Л.: Химия, 1984. — 232 с.

108. Гошко Ю. Г. Промисли й торгівля в Українських Карпатах XV–XIX ст. — К.: Наукова думка, 1991. — 256 с.

109. Гранина А. Н. Разведчики сибирских недр. — Иркутск: Иркутское книжное изд-во, 1958. — 116 с.

110. Грибанов А. А. Всемирная история и география горного дела (рукопись) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://sanychpiter.narod.ru/History/Part1/tituli_2.htm).

111. Григорьев А. А. Стихия огня. — СПб.: Тесса, 2007. — 194с.

112. Гринько Н. К., Грунь В. Д., Лунев В. Г. Недра духовной культуры горного дела. — М.: Имидж-Пресс, 2011. — 372 с.

113. Грицков В. В. О религиозном покровительстве горному делу // Маркшейдерский вестник. — 2003. — № 3. — С. 67–69.

114. Гришин Ю. С. Древняя добыча меди и олова. — М.: Наука, 1980. — 129 с.

115. Грунь В. Д., Зайденварг В. Е., Килимник В. Г. и др. История угледобычи в России / Под общ. ред. Б. Ф. Братченко — М.: Росинформуголь, 2003. — 480 с.

116. Гумбольдт А. Картины природы / Пер. с нем. — М.: Гос. изд-во геогр. лит-ры, 1959. — 270 с.

117. Гуревич Ю. Г. Загадка булатного узора. — М.: Красанд, 2011. — 264 с.

118. Гурина Н. Н. Древние кремнедобывающие шахты на территории СССР. — Л.: Наука, 1976. — 178 с.

119. Гурский Д. С., Есипчук К. Е., Калинин В. И. и др. Металлические полезные ископаемые Украины. — К.; Львів: Центр Європи, 2005. — 784 с.

120. Данилевский В. В. Русская техника. — Л.: Ленингр. газетно-журнальное и книжное изд-во, 1949. — 546 с.

121. Данилова Л. И. Камень, глина и фантазия. — М.: Просвещение, 1991. — 240 с.

122. Даркевич В. П. Аргонавты средневековья. — М.: Наука, 1976. — 200 с.

123. Джапаридзе Л. А., Куладзе Н. Д., Чудакова О. Ф. История развития горного дела в Грузии // Горный журнал. — 2004. — № 4. — С. 90–94.

124. Джуа А. История химии / Пер. с итал. — М.: Мир, 1975. — 318 с.

125. Долацис Я., Калниньш Т., Валдманис Я. Лозоходство. — Рига: Автос, 1991. –112 с.

126. Долуханов П. М. География каменного века. — М.: Наука, 1978. — 152 с.

127. Дорофеев В. Н., Бровендер Ю. М., Гайко Г. И. Древние рудники в бассейне Северского Донца // Горный журнал. — 2003. — № 11. — С. 72–73.

128. Древний мир: Популярная иллюстрированная энциклопедия / Под науч. ред. В. Сусленкова. — М.: Дрофа-Плюс, 2005. — 832 с.

129. Дублянский В. П. Занимательная спелеология. — Челябинск: Урал LTD, 2000. — 527 с.

130. Дядькин Ю. Д. История горной науки и техники: Учеб. пособие. — СПб.: СПГГИ, 1998. — 196 с.

131. Енциклопедія трипільської цивілізації: В 2 т./ Під ред. М. Ю. Відейка. — К.: Укрполіграфмедіа, 2004. — 1678 с.

132. Енциклопедія українознавства: В 11 т. / Під ред. В. Кубійовича. — Львів: Наук. т-во ім. Т. Шевченка, 1993–2003. — 4412 с.

133. Ергин Д. Добыча: Всемирная история борьбы за нефть, деньги и власть / Пер. с англ. — М.: Альпина Паблишер, 2011. — 944 с.

134. Ефремов И. А. Путями старых горняков: Сочинения в 3 т. — Т. 1. — М.: Молодая гвардия, 1975. — С. 180–206.

135. Ефремов А. И. Фауна наземных позвоночных в пермских медистых песчаниках Западного Приуралья. — М.: Изд-во АН СССР, 1954. — 351 с.

136. Жолтовський П. М. Художній метал:Історичний нарис. — К.: Мистецтво, 1972. –116с.

137. Зайцев В. Металлы и технический прогресс. — М.: Знание, 1984. — 64 с.

138. Запарий В. В. История черной металлургии Урала. XVIII–XX вв.: Учеб. пособие. — Екатеринбург: Изд-во «Банк культурной информации», 2005. — 308 с.

139. Заремба В. Скарб дикого степу. — К.: Молодь, 1984. — 152 с.

140. Зверев В. Л. Каменная радуга. — М.: Недра, 1981. — 95 с.

141. Зворыкин А. А. История горной техники: основные моменты развития от древних времён до наших дней. — М.: МГИ, 1957. — 90 с.

142. *Зворыкин А. А., Осьмова Н. И., Чернышев В. И., Шухардин С. В.* История техники. — М.: Изд-во соц.-эконом. лит-ры, 1962. — 772 с.
143. *Здорик Т. Б.* Здравствуй, камень. — М.: Недра, 1975. — 128 с.
144. *Здорик Т. Б.* Камень, рождающий металл. — М.: Просвещение, 1984. — 192 с.
145. *Зограф А. Н.* Античные монеты. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. — 264 с.
146. Золото мира / Ред. группа: А. Журавлёв, Л. Дукельская и др. — М.: Мир энциклопедий, 2006. — 184 с.
147. *Зуев Л. В.* Искатели подземных кладовых (исторический очерк). — Челябинск: Библиотека А. Миллера, 2004. — 205 с.
148. *Иванов В. В.* История славянских и балканских названий металлов. — М.: Наука, 1983. — 198 с.
149. История геологии / Под. ред. И. В. Батюшкова. — М.: Наука, 1973. — 388 с.
150. История Латинской Америки. — Т. 1: Доколумбова эпоха — 70-е годы XIX века. — М.: Наука, 1991. — 520с.
151. История Сибири с древнейших времен до наших дней: В 5 т. / Под ред. А. П. Окладникова. — Л.: Наука, 1968–1969. — 2488 с.
152. История маркшейдерского дела в документах XVI–XX вв. Документы. — М.: Кучково поле, 2005. — 496 с.
153. *Іваницький Є., Михалевич В.* Історія Бориславського нафтопромислового району в датах, подіях і фактах. — Дрогобич: Добре серце, 1994. — 128 с.
154. *Іванов Є.* Геокадастрові дослідження гірничопромислових територій. — Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2009. — 372 с.
155. *Іванченко В. І.* Алмазною стежкою. — К.: Веселка, 1986. — 101 с.
156. Кавказ и Дон в произведениях античных авторов / Сост. В. Ф. Патракова, В. В. Черноус. — Ростов-на-Дону: Русская энциклопедия, 1990. — 400 с.
157. *Кагарманов А. Х.* Геология и минеральное сырье в истории цивилизации. — СПб.: СПГГИ, 2007. — 80 с.
158. *Казаков Б. И.* Баллада о металле. — Алма-Ата: Казахстан, 1966. — 263 с.
159. *Казаков Б. И.* Осколки Луны. — М.: Знание, 1991. — 144 с.

160. Калганов М. И., Коссовский М. А. Великий дар природы. — М.: Недра, 1968. — 256 с.
161. Камбалов Н. А., Сергеев А. Д. Первооткрыватели и исследователи Алтая. — Барнаул: Алтайское кн. изд-во, 1968. — 176 с.
162. Карабасов Ю. С., Черноусов П. И., Коротченко Н. А., Голубев О. В. Время и металлургия. Кн. 1. — М.: Изд. дом МИСиС, 2009. — 272 с.
163. Каргалы. Т. I–V / Составит. и науч. ред. Е. Н. Черных. — М.: Языки славянской культуры, 2002–2007.
164. Карман У. История огнестрельного оружия. С древнейших времен до XX века. — М.: Центрполиграф, 2007. — 299с.
165. Карпов В. П., Гаврилова Н. Ю. Курс истории отечественной нефтяной и газовой промышленности. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. — 242 с.
166. Касымов М. Р. Кремнеобрабатывающие мастерские и шахты каменного века Средней Азии. — Ташкент: ФАН, 1972. — 160 с.
167. Кафенгауз Б. Б. История хозяйства Демидовых в XVIII–XIX вв. Опыт исследования по истории уральской металлургии. — Т. 1. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. — 524 с.
168. Кашинцев Д. История металлургии Урала. — Т. I: Первобытная эпоха XVII и XVIII веков. — М.; Л.: ГОНТИ, 1939 . — 292 с.
169. Кашкай М., Селимханов И. Из истории древней металлургии Кавказа. — Баку: ЭЛМ, 1973. — 223 с.
170. Киевленко Е. Я., Сенкевич Н. Н., Гаврилов А. П. Геология месторождений драгоценных камней. — М.: Недра, 1974. — 280с.
171. Кларк Дж. Г. Д. Доисторическая Европа / Пер. с англ. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1953. — 332 с.
172. Кларк С., Энгельбах Р. Строительство и архитектура в Древнем Египте / Пер. с англ. — М.: Центрполиграф, 2009. — 288 с.
173. Кленгель-Бранд Э. Вавилонская башня: Легенда и история. — М.: Наука, 1991. —158 с.
174. Клочко В. И., Козыменко А. В. Наш недавний бронзовый век. — К.: Генеза, 2011. — 190 с.
175. Козловский Е. А. Геологи открывают богатства недр. — М.: Недра, 1980. — 127 с.
176. Колесниченко Г. В. Братья Рагозины. Начало нефтяного дела России. — СПб.: Альфарет, 2009. — 756 с.

177. Колумб Х. Путешествия. Дневники. — М.: Эксмо, 2008. — 512 с.
178. Конради Е. Черные богатыри. Жизнь рудокопов под землей / Из книги Симонена `La vie souterraine` и др. — СПб.: Издание Ф. Павленкова, 1885. — 276 с.
179. Копылов В. Е. Бурение?.. Интересно! — М.: Недра, 1981. — 160 с.
180. Копылов В. Е. К тайникам Геи. –М.: Недра, 1990. — 157 с.
181. Копытов А. И., Масаев Ю. А., Першин В. В. История развития горного дела. — Новосибирск: Наука, 2009. — 510 с.
182. Корнилов Н. И., Солодова Ю. П. Ювелирные камни. — М.: Недра. 1986. — 282 с.
183. Котляр М. Ф. Нариси історії обігу й лічби монет на Україні XIV–XVIII ст. — К.: Наукова думка, 1981. — 240 с.
184. Кочетов В. Римский бетон. — М.: Стройиздат, 1991. — 160 с.
185. Крамаренков В. И. О начале, переменах и умножении в России рудокопного дела и горных заводов // Седой Урал. Век XVIII. — М.: Молодая гвардия, 1983. — С. 399–422.
186. Краткая географическая энциклопедия: В 5 т. / Под ред. А. А. Григорьева. — М.: Сов. энциклопедия, 1960–1966. — 2832 с.
187. Кремс А. Я. История советской геологии нефти и газа. — Л.: Недра, 1964. — 379 с.
188. Кренделев Ф. П. Легенды и были о камнях. — Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 1985. — 144 с.
189. Криворізькийзалізорудний басейн. До 125-річчя з початку промислового видобутку залізних руд / Вілкул Ю. Г. та ін. — Кривий Ріг: Вид. центр Криворізького техн. ун-ту, 2006. — 583 с.
190. Крюков М. В., Малявин В. В., Софронов М. В. Этническая история китайцев на рубеже Средневековья и Нового времени. — М.: Наука, 1987. — 310 с.
191. Куббель Л. Е. Страна золота. — М.: Наука, 1966. — 144 с.
192. Кузин А. А. История открытия рудных месторождений в России до середины XIX века. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 360 с.
193. Кузнецов С. С. Недра гор Северного Кавказа. — М.: Изд-во АН СССР, 1953. — 108с.
194. Кузьмин А. Г. Татищев. — М.: Молодая гвардия, 1987. — 368 с. (ЖЗЛ).

195. *Кулих Я.* Кутна Гора / Пер. с чеш. — Либице-над-Цидлиноу: Глориет, 2002. — 26 с.
196. *Кулишер И. М.* История экономического быта Западной Европы: В 2 т. — Челябинск: Социум, 2004. — 1030 с.
197. *Курбатова О. А., Емельянов Б. И.* История горного дела. — Владивосток: ДВГТУ, 2009. — 295 с.
198. *Курехин В. В.* Зарождение горного дела и этапы его развития. — Кемерово: Кузбассвузиздат, 2003. — 225 с.
199. *Кутузов Б. Н.* История горного и взрывного дела: Учеб. для вузов. — М.: МГГИ, Горная книга, 2008. — 414 с.
200. *Лас Касас Б.* История Индий. — СПб.: Наука, 2007. — 472 с.
201. *Латиш І. К., Падалка І. А.* Коштовне та декоративне каміння України. — К.: Артек, 2003. — 142 с.
202. *Лебединский В. И., Кириченко Л. П.* Книга о камне. — М.: Недра, 1988. — 192 с.
203. *Лебединский В. И., Кириченко Л. П.* Камень и человек. — М.: Наука, 1974. — 212 с.
204. *Левин-Дорш А., Кунов Г.* Первобытная техника / Пер. с нем. — М: Либроком, 2011. — 464 с.
205. *Левченко С. В., Мозесон Д. Л.* За рудами в Сибирь. — М.: Наука, 1978. — 144 с.
206. *Лем С.* Сумма технологии / Пер. с пол. — М.: «Издательство АСТ», СПб.: Terra Fantastica, 2002. — 668 с.
207. *Лесников М.* Бессемер. — М: Журнально-газетное объединение, 1934. — 256 с. (ЖЗЛ).
208. *Лешков В. Г.* Российское золото — государственная и старательская добыча (1719–2007 гг.). — М.: Горная книга, 2008. — 206 с.
209. *Ліелайс А. К.* Золото інків. — К.: Веселка, 1986. — 231 с.
210. *Лилли С.* Люди, машины и история. История орудий труда и машин в её связи с общественным прогрессом. — М.: Прогресс, 1970. — 432 с.
211. *Ли Сы-Гуан.* Геология Китая. –М.: ИИЛ, 1952. — 519 с.
212. *Локерман А. А.* Загадка русского золота. — М.: Наука, 1978. — 144 с.
213. *Локерман А. А.* Рассказ о самых стойких. — М.: Знание, 1982. — 191 с.

214. *Ломоносов М. В.* Труды по минералогии, металлургии и горному делу (1741–1763 гг.) / М. В. Ломоносов. Собр. соч. — Т. 5. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. — 746 с.
215. *Лукас А.* Материалы и ремесленные производства Древнего Египта / Пер. с англ. / Под общ. ред. В. И. Авдиева. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1958. — 747 с.
216. *Лукрецій Тіт Кар.* Про природу речей / Пер. з лат. — К.: Дніпро, 1988. — 191 с.
217. *Ляшенко М.* Біографія ртуті. — Одеса: Дитвидав ЦК ЛКСМУ, 1940. — 116с.
218. *Магидович И. П., Магидович В. И.* Очерки по истории географических открытий:В 5 т. — М.: Просвещение, 1982–1986. — 1568 с.
219. *Максимов М. М., Горнунг М. Б.* Очерк о первой меди. — М.: Недра, 1976. — 96 с.
220. *Максимов М. М.* Очерк о серебре. — М.: Недра, 1981. — 207 с.
221. *Максимов М. М.* Очерк о золоте. — М.: Недра, 1988. — 112 с.
222. Мала гірнича енциклопедія: В 3 т. / За ред. В. С. Білецького. — Донецьк: Донбас, Східний видавничий дім, 2004, 2007, 2013. — 1836 с.
223. Малахитовая провинция: Арамиль. Полевской. Сысерть. Дегтярск (Культурно-исторические очерки)/ А. Чуманов, А. Кожевников, Г. Иванов и др.; под общ. ред. В. В. Нестерова. — Екатеринбург: Сократ, 2001. — 368 с.
224. *Малахов А. А.* Страницы каменной книги. — Свердловск: Средне-Уральское книжное изд-во, 1968. — 326 с.
225. *Малышев В. Д., Румянцев Д. В.* Серебро. — М.: Металлургия, 1976. — 312 с.
226. *Малявин В. В.* Китайская цивилизация. — М.: Астрель, 2003. — 632 с.
227. *Мамин-Сибиряк Д. Н.* Город Екатеринбург: Исторический очерк / Седой Урал. Век XVIII. — М.: Молодая гвардия, 1983. — С. 267–332.
228. *Мамфорд Л.* Миф машины. Техника и развитие человечества / Пер. с англ. — М.: Логос, 2001. — 408 с.
229. *Маргулан А. Х.* Сарыарка. Горное дело и металлургия в эпоху бронзы. Джезказган — древний и средневековый металлургический

центр / Сост. Д. А. Маргулан, Д. Маргулан. — Алматы: Дайк-Пресс, 2001. — 144 с.

230. *Марко Поло.* Книга чудес света. — М.: Эксмо, 2004. — 223 с.
231. *Марриат Дж.* История керамики и фарфора, средневекового и современного: В 2 т. — Симферополь: Таврида, 1997. — 554 с.
232. *Мартынова М. В.* Драгоценный камень в русском ювелирном искусстве XII–XVIII веков. — М.: Искусство, 1973. — 153 с.
233. *Марфунин А. С.* История золота. — М.: Наука, 1987. — 248 с.
234. *Массон В. М.* Первые цивилизации. — Л.: Наука, 1989. — 276 с.
235. *Матвейчук А. А.* Первые инженеры-нефтяники России: Исторические очерки. — М.: Интердиалект+, 2002. — 376 с.
236. *Мезенин Н. А.* Занимательно о железе. — М.: Металлургия, 1972. — 200 с.
237. *Мезенин Н. А.* Уральский металл. — М.: Металлургия, 1981. — 112 с.
238. *Мелларт Дж.* Древнейшие цивилизации Ближнего Востока. — М.: Наука, 1982. — 149 с.
239. *Мельникова А. С.* Булат и злато. — М.: Молодая гвардия, 1990. — 197 с.
240. *Менчинская Т. И.* Бирюза. — М: Недра, 1989. — 192 с.
241. *Мень А.* Магизм и единобожие. — М.: Эксмо, 2005. — 704 с.
242. *Меркс Ф.* В поисках «голубой земли» / Пер. с нем. — М.: Наука, 1982. — 173 с.
243. *Милашев В. А.* Алмаз. Легенды и действительность. — Л.: Недра, 1981. — 161 с.
244. *Микось Т., Хмура Я., Кинаш Р.* Центры древнего горного дела и металлургии на территории Польши // Исторические и футурологические аспекты развития горного дела: Сб. науч. тр. / Под. общ. ред. Г. И. Гайко. — Алчевск: ДонГТУ, 2005. — С. 38–53.
245. *Микулич О.* Нафтовий промисел Східної Галичини до середини XIX ст. — Дрогобич, 2004. — 32 с.
246. *Милославский М. Г.* История строительной техники и архитектуры. — М.: Высшая школа, 1964. — 246 с.
247. *Мирошников Л. Д.* Человек в мире геологических стихий. — Л.: Недра, 1989. — 192 с.

248. *Митчелл Р. С.* Названия минералов. Что они означают? / Пер. с англ. — М.: Мир, 1982. — 247 с.
249. *Мкртчян Т. А.* Армения — колыбель горного дела и металлургии // Горный журнал. — 2003. –№ 2. — С. 82–85.
250. *Мкртчян Т. А.* Долгий путь от камня до железа. — Ереван: Чартарагет, 2004. — 250 с.
251. *Молявко В., Зінченко О., Бушак С. та ін.* Нариси з історії геологічних досліджень у Київському університеті. — К.: Рада,1990. — 327 с.
252. *Морозов А. А.* Ломоносов. — М.: Молодая гвардия, 1961. — 638 с. (ЖЗЛ).
253. *Москвин А. Г.* Драгоценности мира. — М.: АСТ Астрель, 2004. — 351 с.
254. *Муджири Т. П., Квирикадзе М. В.* Полевые исследования древних рудников Грузии эпохи бронзы (Горная Рача, Горная Абхазия)// История горной науки и техники: Сб. науч. тр. — Тбилиси: Мецниереба, 1979. — С. 67–83.
255. Музей горнозаводского дела. Нижний Тагил: История музея. Природа края. Коллекции музея / Сост. И. Г. Семенов, Л. П. Малеева. — Екатеринбург: Баско, 1995. — 176 с.
256. *Мышковский Я. И.* Жилища разных эпох. Вчера, сегодня, завтра. — М.: Стройиздат, 1975. — 125 с.
257. *Мунчаев Р. М.* Кавказ на заре бронзового века. — М.: Наука, 1975. — 416 с.
258. *Неверов О. Я.* Геммы античного мира. — М.: Наука, 1983. — 144с.
259. *Неймар М.* История земли: В 2 т. — СПб.: Т-во «Просвещение», 1896, 1902. —1611 с.
260. *Никитин А. В.* Русское кузнечное ремесло XVI–XVII вв. — М:. Наука, 1971. — 84 с.
261. *Обручев В. А.* Избранные труды. — Том III: Геологический обзор золотоносных районов Сибири. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 568 с.
262. *Обручев В. А.* Золотоискатели в пустыне. — М.: Геологиздат, 1949. — 248 с.
263. *Окладников А.* Открытие Сибири. — М.: Молодая гвардия, 1981. — 223 с.

264. *Осипов В.* Тайна сибирской платформы. — М.: Молодая гвардия, 1958. — 279 с.
265. *Павленко Н. И.* История металлургии в России XVIII века. Заводы и заводовладельцы. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 567 с.
266. *Павловский Б. П.* Камнерезное искусство Урала. — Свердловск: Свердловское книжное изд-во, 1953. — 152 с.
267. *Падалка І. А., Мацуй В. М.* Земні скарби України. — К.: Рад. школа, 1978. — 119 с.
268. *Падалка І. А.* Цікава геологія. — К.: Веселка, 1991. — 112 с.
269. *Пандул И. С., Зверевич В. В.* История и философия геодезии и маркшейдерии. — СПб.: Политехника, 2008. — 333 с.
270. *Пархоменко В. Е.* Д. И. Менделеев и русское нефтяное дело. — М.: Изд-во АН СССР, 1957. — 268 с.
271. *Першиц А. И., Монгайт А. Л., Алексеев В. П.* История первобытного общества. — М.: Высшая школа, 1982. — 224 с.
272. *Петерс Г.* Что говорят камни? Жизнь минералов и их круговорот в природе и технике / Пер. с нем. — СПб.: Изд-во А.Ф. Девриена, 1899. — 468 с.
273. *Петренко М. З.* Українське золотарство XVI–XVIII ст. — К.: Наукова думка, 1970. — 208 с.
274. *Петров В. П.* Рассказы о поделочном камне. — М.: Наука, 1982. — 104 с.
275. *Петров В. П.* Сложные загадки простого строительного камня. — М.: Недра, 1984. — 150 с.
276. *Петров В. П.* Рассказы о драгоценных камнях. — М.: Наука, 1985. — 175 с.
277. *Петров К. М.* Философские проблемы географии. Натурфилософская парадигма. — СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2005. — 314 с.
278. *Пешкин И. С.* Покорение железа. — М.: Металлургия, 1964. — 208 с.
279. *Пешкин И. С.* Павел Петрович Аносов. 1799–1851. — М.: Молодая гвардия, 1954. — 360 с. (ЖЗЛ).
280. *Пирожников Л. Б.* Занимательно о нерудных материалах. — М.: Стройиздат, 1989. — 191с.

281. *Плиний Кай Секунд.* Естественная история ископаемых тел, переложенная на российский язык в азбучном порядке и примечаниями дополненная трудами В. Севергина. — СПб., 1819. — 364 с.
282. *Поваренных А. С., Оноприенко В. И.* Минералогия: прошлое, настоящее, будущее. — К.: Наукова думка, 1985. — 160 с.
283. *Постникова-Лосева М. М., Платонова Н. Г., Ульянова Б. Л.* Золотое и серебряное дело XV–XX вв. Территория СССР. — М.: Наука, 1983. — 376 с.
284. *Пошивайло О. М.* Етнографія українського гончарства. — К.: Молодь, 1993. — 408 с.
285. *Преображенский А. А.* История Урала с древнейших времен до 1861 г. — М.: Наука, 1989. — 608 с.
286. *Рабинович В. Л.* Алхимия как феномен средневековой культуры. — М: Наука, 1979. — 392 с.
287. *Ребрик Б. М.* У колыбели горного дела и металлургии. — М.: Недра, 1984. — 128 с.
288. *Родигін К., Родигін М.* Алхімія та натурфілософське знання в ментальному та геополітичному просторі Східної Європи XV–XVII ст. // Схід. — 2012. — № 2. — С. 164–172.
289. *Романишин І.* Самоцвіти (дорогоцінні камені). — Нью-Йорк: Трой, 1996. — 158 с.
290. *Рыбаков Б. А.* Ремесло Древней Руси. — М.: Изд-во АН СССР, 1948. — 791 с.
291. *Рындина Н. В.* Древнейшее металлообрабатывающее производство Восточной Европы. — М.: Изд-во МГУ, 1971. — 142 с.
292. *Рожанский И. Д.* История естествознания в эпоху эллинизма и Римской империи. — М.: Наука, 1988. — 448 с.
293. *Рожен А. П.* Ученый, инженер и сто веков. — М.: Знание, 1975. — 144 с.
294. *Ротенберг Б.* Давній видобуток і плавлення міді в долинах Тімна й Айрам. Сорок років археометалургії в Арабасі (Південний Ізраїль)// Проблеми гірничої археології / Під наук. ред. П. П. Толочка, В. М. Дорофєєва. — Алчевськ: ДонДТУ, 2005. — С. 237–253.
295. Русская нефть, о которой мы так мало знаем / Сост. А. Иголкин, Ю. Горжалцан. — М.: Олимп-Бизнес, 2003. — 184 с.

296. *Рюмин В. В.* Чудеса техники. Иллюстрированная история успехов техники и картина ее современного состояния: В 4 т.– СПб.: Книгоиздательство П. П. Сойкина, 1911. — 450 с.
297. *Сабо Е.* Революция машин. История промышленного переворота / Пер. с венг. — Будапешт: Корвина, 1979. — 160 с.
298. *Сапожников Л. О.* Нащадки Гефеста. Художній нарис про ковалів. — К.: Веселка, 1981. — 20 с.
299. *Свет Я. М.* В страну Офир. — М.: Мысль, 1967. — 230 с.
300. *Свешников М.* Тайны стекла. — Л.: Детгиз, 1955. — 192 с.
301. *Сеидов В.* Архивы бакинских нефтяных фирм: XIX — начало XX века. — М.: Модест Колеров, 2009. — 292 с.
302. *Селимханов И. Р.* Разгаданные секреты древней бронзы. — М.: Наука, 1970. — 79 с.
303. *Семенов С. А.* Развитие техники в каменном веке. — М.: Наука, 1968. — 362 с.
304. Серебро мира / Вед. ред. Г. Лемигова, отв. ред. С. Мирнова. — М.: Аванта+, 2004. — 184 с.
305. *Сидоров А. Н.* Проникновение в недра Земли. — Л.: ГИЗ, 1927. — 128 с.
306. *Сифр М.* В безднах земли / Пер. с англ. — М.: Прогресс, 1982. — 238 с.
307. *Скиннер Б.* Хватит ли человечеству земных ресурсов / Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 264 с.
308. *Скрягин Л. Н.* Сокровища погибших кораблей. — М.: Молодая гвардия, 1968. — 144 с.
309. *Скурла Г.* Александр Гумбольдт / Пер. с нем. — М.: Молодая гвардия, 1985. — 239 с. (ЖЗЛ).
310. *Сметанин С. И., Конотопов М. В.* История чёрной металлургии России. — М.: Палеотип, 2002. — 192 с.
311. *Смирин М. М.* К истории раннего капитализма в германских землях (XV–XVI вв.). — М.: Наука, 1969. — 405 с.
312. *Смирнов К.* Фауст против Мефистофеля: Диалоги и размышления о нравственных проблемах научно-технического прогресса. — М.: Политиздат, 1987. — 287 с.
313. *Смит М.* Драгоценные камни / Пер. с англ. — М.: Мир, 1980. — 588 с.

314. *Смолин А. П.* Самородки золотого Урала. — М.: Недра, 1970. — 144 с.
315. *Соболевский В. И.* Замечательные минералы: Книга для учащихся. — М.: Просвещение, 1983. — 191 с.
316. *Созина С. А.* На горизонте — Эльдорадо! Из истории открытия и завоевания Колумбии. — М.: Мысль, 1972. — 198 с.
317. *Сонин Л. М.* Тайны седого Урала. — М.: Вече, 2009. — 352 с.
318. *Спаський І. Г.* Дукати й дукачі України. Історико-нумізматичне дослідження. — К.: Наукова думка, 1970. — 168 с.
319. *Спиридонов А. А.* В служеньи ремеслу и музам. Книга о меди. — М.: Металлургия, 1982. — 192 с.
320. *Сребродольский Б. И.* Научно-технический прогресс и минералы. — К.: Наукова думка, 1990. — 178 с.
321. *Сребродольский Б. И.* Мир янтаря. — К.: Наукова думка, 1988. – 144 с.
322. *Стафьев К. Г.* Вещественные свидетели истории горного дела и геологии в России. — М.: ИТАР-ТАСС, 2000. — 164 с.
323. *Сташиц С.* Избранное / Пер. с пол. — М.: Гослитиздат, 1957. — 384 с.
324. *Струмилин С. Г.* История черной металлургии в СССР. — Т. 1: Феодальный период. 1500–1860 гг. — М.:Изд-во АН СССР, 1954. — 533 с.
325. *Страбон.* География. — Л.: Наука, 1964. — 944 с.
326. *Су Шуян.* Загадочный Китай. Путешествие по Стране огненного дракона / Пер. с англ. — Харьков; Белгород: Книжный клуб, 2007. — 248 с.
327. *Сунчугашев Я. И.* Древнейшие рудники и памятники ранней металлургии в Хакасско-Минусинской котловине. — М.: Наука, 1975. — 171 с.
328. *Сунчугашев Я. И.* Древняя металлургия Хакасии. Эпоха железа. — Новосибирск: Наука, 1979. — 192 с.
329. *Супрычев В. А.* Самоцветы. — К.: Наукова думка, 1981. — 216 с.
330. *Супрычев В. А.* Занимательная геммология. Очерки о поделочных самоцветах Украины. — К.: Наукова думка, 1984. — 200 с.
331. *Суханова Е. М.* История горного дела России: Учебник. — М.: МГГУ, Горная книга, 2009. — 598 с.

332. *Татаринов С. И.* Древние горняки-металлурги Донбасса. — Славянск: Печатный двор, 2003. — 132 с.
333. *Твалчрелидзе Г. А.* Рудные провинции мира. — М.: Недра, 1972. — 460 с.
334. *Темник Ю. А.* Столетнее горное гнездо. Луганский завод (1795–1887 гг.). — Луганск: Шико, 2004. — 530 с.
335. Техника в ее историческом развитии. 70-е годы XIX — начало XX в. /Под ред. С. В. Шухардина, Н. К. Ломана и А. С. Федорова. — М.: Наука, 1982.– 512 с.
336. *Теофраст.* О камнях / Пер. с англ. / Сост. В. В. Бобылев. — М.: Изд. дом МСП, 2004. — 256 с.
337. *Тищенко В. Г.* Чудеса з каменю і металу. — К.: Рад. школа, 1984. — 175 с.
338. *Тихомиров В. В., Хаин В. Е.* Краткий очерк истории геологии / Под ред. В. В. Белоусова. — М.: Госгеолтехиздат, 1956. — 260 с.
339. *Тихонов Б. Г., Гришин Ю. С.* Очерки по истории производства в Приуралье и Южной Сибири в эпоху бронзы и раннего железа. — М.: Изд-во АН СССР. — 208 с.
340. *Толстихин О. Н.* Земля — в руках людей. — М.: Недра, 1981. — 160 с.
341. *Трептов Е.* Добыча и обработка полезных ископаемых / Пер. с нем. — СПб., 1902. — 268 с.
342. *Трубецкой К. Н., Галченко Ю. П.* Основы горного дела: Учебник. — М.: Академический проект, 2010. — 263 с.
343. *Удич З.* Історія стародавнього світу у схемах і таблицях. — Тернопіль: Мандрівець, 2009. — 320с.
344. *Уотсон Дж.* Геология и человек / Пер. с англ. — Л.: Недра, 1986. — 184 с.
345. *Фаерман Е. М.* Развитие отечественной горной науки. — М.: Изд-во АН СССР, 1958. — 232 с.
346. *Федоров А. С.* Творцы науки о металле (Очерки о творчестве ученых — металлургов и металловедов). — М.: Наука, 1980. — 218 с.
347. *Федоров-Давыдов Г. А.* На окраинах античного мира. — М.: Наука, 1975. — 104 с.

348. *Ферсман А. Е.* Очерки по истории камня. — М.: Изд-во АН СССР. — Т. 1. — 1954; Т. 2. — 1961.
349. *Ферсман О. Є.* Цікава мінералогія / Пер з рос. — К.; Львів: Держвидав технічної літ-ри України, 1948. — 274 с.
350. *Фестер Г.* История химической техники. Историко-технологический опыт. — Харьков: Гос. научно-техн. изд-во Украины, 1938. — 303 с.
351. Философия техники в ФРГ / Пер. с нем. и англ. / Сост. Ц. Г. Арзаканян, В. Г. Горохова. — М.: Прогресс, 1989. — 528 с.
352. *Фракей Э.* Янтарь / Пер. с англ. — М.: Мир, 1990. — 198 с.
353. *Фурсенко А. А.* Нефтяные войны (конец XIX — начало XX в.). — Л.: Наука, 1985. — 208 с.
354. *Хабаков А. В.* Очерки по истории геолого-разведочных знаний в России. — Ч. I: Материалы для истории геологии. — М.: Московское общ-во испытателей природы, 1950. — 211 с.
355. *Харлампович Г. Д., Кауфман А. А.* Черный хлеб металлургии. — М.: Металлургия, 1983. — 160 с.
356. *Хахутайшвили Д. А.* Производство железа в древней Колхиде. — Тбилиси: Мецниереба, 1987. — 220 с.
357. *Хенниг Р.* Неведомые земли: В 4 т. / Пер. с нем. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1961–1963. — 2065 с.
358. *Хокинс Дж., Уайт Дж.* Разгадка тайны Стоунхенджа / Пер. с англ. — М.: Мир, 1973. — 242 с.
359. *Хотимский Б. Г., Топорский В. Б., Махолин О. А.* Нефть вчера и сегодня. — Л.: Недра, 1977. — 175 с.
360. Хрестоматия по истории науки и техники / Под ред. Ю. Н. Афанасьева. — М.: РГГУ, 2005. — 701 с.
361. *Цвейг С.* Открытие Эльдорадо // Собр. соч.: В 7 т. — Т. 3. — М.: Правда, 1963. — С. 91–99.
362. *Церен Э.* Библейские холмы / Пер. с нем. — СПб.: Изд. дом «Литера», 2002. — 512 с.
363. *Черных Е. Н.* Металл — человек — время. — М.: Наука, 1972. — 208 с.
364. *Черных Е. Н.* Горное дело и металлургия в древнейшей Болгарии. — София: Изд-во Болгарской академии наук, 1978. — 387 с.

365. *Черных Е. Н., Кузьминых С. В.* Древняя металлургия Северной Евразии. — М.: Наука, 1989. — 320 с.
366. *Черных Е. Н.* Степной пояс Евразии: Феномен кочевых культур. — М.: Рукописные памятники Древней Руси, 2009. — 624 с.
367. *Шатский Н. С.* Избранные труды. — Т. 4: История и методология геологической науки. — М.: Наука, 1965. — 398 с.
368. *Шашенко А. Н., Солодянкин А. В., Пустовойтенко В. П.* Кафедра строительства и геомеханики: история, достижения, личности. — К.: Новий друк, 2010. — 642 с.
369. *Шилин А. А.* Освоение подземного пространства (зарождение и развитие): Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГГУ, 2005. — 305 с.
370. *Шмидель Х.* Вокруг соли / Пер. с нем. — М.: Знание, 1985. — 47 с.
371. *Шмидт Р. В.* Очерки по истории горного дела и металлообрабатывающего производства в античной Греции / Из истории материального производства античного мира. — М.; Л.: Гос. соц.-экон. изд-во, 1935. — С. 222–339.
372. *Шнюков Є. Ф., Ширица О. С.* Всевладні мінерали. — К.: Наукова думка, 1969. — 134с.
373. *Шнюков Е. Ф.* Мир минералов. — К.: Наукова думка, 1986. — 174с.
374. *Шнюков Е. Ф.* Минералы и мир. — К.: НАН Украины, 2008. — 521 с.
375. *Шпак О. Г.* Нафта й нафтопродукти. — К.: Ясон-К, 2000. — 368 с.
376. *Шуази О.* Строительное искусство древних римлян / Пер. с фр. — М.: Изд-во Всесоюзной академии архитектуры, 1938. — 168 с.
377. *Шувалов Ю. В., Азимов Р. А.* Горное дело, окружающая среда и человечество: Учеб. пособие. — СПб.: СПГГИ, 2003. — 160 с.
378. *Шуст Р.* Нумізматика. Історія грошового обігу та монетної справи в Україні: Навчальний посібник. — К.: Знання, 2009. — 376 с.
379. *Шухардин С. В.* Георгий Агрикола. — М.: Изд-во АН СССР, 1955. — 208 с.
380. *Шухардин С. В.* Основы истории техники. Опыт разработки теоретических и методологических проблем. — М: Изд-во АН СССР , 1961. — 277 с.
381. *Щапова Ю. Л.* Стекло Киевской Руси. — М.: Изд-во МГУ, 1972. — 216 с.
382. *Эдвард М.* История кусочка каменного угля / Пер. с англ. — СПб.: Изд-во А. С. Суворина, 1901. — 188 с.

383. *Эмери У.* Архаический Египет. — СПб.: Нева – Летний сад, 2001. — 384 с.
384. Энциклопедия для детей. — Т. 4: Геология / Глав. ред. М. Д. Аксёнова. — М.: Аванта+, 2002. — 688 с.
385. *Юргенсон Г. А.* Радуга в колеснице. — Иркутск: Восточно-Сибирское книжное изд-во, 1991. — 240 с.
386. *Юркин И. Н.* Демидовы. — М.: Молодая гвардия, 2012. — 447 с. (ЖЗЛ).
387. *Яворский В. И.* Земля кузнецкая — от древних эпох до наших дней. — М.: Недра, 1973. — 78 с.
388. *Agricola Jerzy.* O gornictwie i hutnictwie. — Jelenia Gora: Muzeum Karkonoskie, 2000. — 528 s.
389. A Magyar Banyaszat Evezredes Tortenete. — Orszagos Magyar Banyaszates Kohaszati Egyesulet, Budapest, 1997.
390. *Babel J.* Krzemionki Opatowskie. The earliest beginnings of modern mining. New Challenges and Visions for Mining 21st World Mining Congress. The mine as witness to history and a monument of technology, Krakow-Katowice-Sosnowiec, 2008.
391. *Bayer M.* Die Himmelfahrt fundgrube. Ein fuhrer durch das Lehr- und Besucherbergwerk der TU Bergakademie. — Freiberg, 2001.
392. *Beben A.* Gornicza lampa sie pali… — Krakow: Uczelniane wydawnictwa naukowo-dydaktyczne, 2008.
393. *Botting D.* Alexander von Humboldt. Biographie eines grosen Forschungsreisenden. — Munchen: Prestel Verlag, 1974.
394. *Brovender Yu., Gayko G.* Ancient mines in east Ukraine // Materialy Szkoly Eksploatacji Podziemnej. — Krakow, 2003.
395. *Capote M., Castaneda N., Perez-Jimenez J. L.* Casa Montero. La Mina de Silex mas Antigua de la Peninsula Iberica // Tierra y Tecnologia. Revista de Informacion Geologica. — Madrid, 2006. — No 29.
396. *Clement M.* Tausend Jahre Metallerzbergbau in Mitteleuropa. — Essen: Verlag Gluckauf, 1996.
397. *Dennert H.* Bergbau und Huttenwesen im Harz. Clausthal. — Zellerfeld, 1960.
398. Deutsces Bergbau-Museum Bochum. — Westermann, Bochum, 1997.

399. *Dziekonski T.* Metalurgia miedzi, olowiu i srebra w Europie Srodkowej od XV w. do konca XVIII w. — Wroclaw — Warszawa — Krakow: Wydawnictwo PAN, 1963.
400. *Filip J.* Keltska civilizace a jeji dedictivi. — Praha, 1960.
401. *Forbes R. J.* Metallurgy in Antiquity. — Leiden,1950.
402. *Gayko G.* Mining in the History of Culture and Engineering // New Challenges and Visions for Mining 21st World Mining Congress. The mine as witness to history and a monument of technology. — Krakow — Katowice — Sosnowiec, 2008.
403. *Gorny J.* Metale w literaturze swiata starozytnego. — Krakow: Wydawnictwo Naukowe «Akapit», 2010.
404. *Gregory C. E.* A Concise History of Mining. — Oxford, London, New York, Paris, Frankfurt: Pergamon Press, 1980.
405. *Hanik M.* Wieliczka. Seven Centuries of Polish Salt. — Warsaw: Interpress Publishers, 1988.
406. *Hauptmann A.* Zur fruhen Metallurgie des kupfers in Fenan/ Jordanien. Veroffentlichungen aus Deutschen Bergbau-Muzeum. — Nr. 87. — Bochum, 2000.
407. *Heuchler E.* Album fur Freunde des Bergbaues. — Essen: Edition Gluckauf, 1993.
408. *Jedynak A.* Prahistoryczne kopalnie krzemienia pasiastego i podziemna trasa turystyczna «Krzemionki». — Wroclaw: Kopaliny, 2008.
409. *Jovanovic B.* Rudna Glava. Najstarije rudarstvo bakra na Centralnom Balkanu //Posebna izdania Arheoloski institut. — Knjiga 17. — Bor — Beograd, 1982.
410. *Lauffer S.* Die Bergwerkssklaven von Laurion. — Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 1979.
411. *Lipinska J., Kozinski W.* Cywilizacja miedzi i kamienia. — Warszawa: PWN, 1977.
412. *Ludwig G., Wermusch G.* Silber. — Berlin: Verlag die Wirtschaft, 1986.
413. *Lynch M.* Mining in World History. — London: Reaktion Books, 2004.
414. *Matias R.* Ingenieria Minera Romana: Las Medulas. — Leon: Universidad de Leon, 2006.
415. *Mazurkiewicz M.* Zarys dziejow gornictwa. — Krakow: Wydawnictwo AGH, 1991.

416. *Mikos T.* Metodyka kompleksowej rewitalizacji, adaptacji i rewaloryzacji zabytkowych obiektow podziemnych z wykorzystaniem technik gorniczych. — Krakow: Uczelniane wydawnictwa naukowo-dydaktyczne, 2005
417. *Mikos T.* Gornicze skarby przeszlosci. Od kruszcu do wyrobu i zabytkowej kopalni. — Krakow: Uczelniane wydawnictwa naukowo-dydaktyczne, 2008.
418. *Needham J.* Science and Civilisation in China. — Cambridge: Cambridge University Press,1983.
419. *Ogger G.* Fuggerowie. — Warszawa: Wydawnictwo Oficyna Historii XIX i XX Wieku, 1998.
420. *Pierscinski P.* Staropolski okreg przemyslowy. — Kielce: Wydawnictwo Sam-Wil, 2001.
421. *Rickard T. A.* Man and Metals. A History of Mining in Relation to the Development of Civilization. — New York — London, 1932.
422. *Rothenberg B.* Konig Salomons Kupfergruben. — Lammersdorf, 1959.
423. *Rybar P. a kol.* Historia banickeho vysokeho skolstva na uzemi Slovenska. — Kosice: Vyd. Stroffek Vydanie prfe, 2001.
424. *Saluga P., Gajko G.* Swieta Barbara // Biuletyn informacyjny Szkoly Eksploatacji Podziemnej. — Krakow, 2004.
425. *Sobrino A. M.* Parque Minero de Almaden // Tierra y Tecnologia. Revista de Informacion Geologica. — Madrid,2006. — No 29.
426. *Wilsdorf H.* Kulturgeschichte des Bergbaus. — Essen: Verlag Gluckauf, 1987.
427. *Yalcin Ü., Pulak C., Slotta R.* Das Schiff von Uluburun — Welthandel vor 3000 Jahren. Katalog zur Ausstellung. — Deutsches Bergbaumuseum, Bochum, 2005.

Наукове видання

Геннадій Іванович Гайко
Володимир Стефанович Білецький

ГІРНИЦТВО В ІСТОРІЇ ЦИВІЛІЗАЦІЇ

Оригінал-макет підготовлено *ФОП Гегель О.В.*

Підписано до друку 25.11.2015 р.
Формат 60х90/16. Папір офсетний. Друк офсетний. Гарнітура Arno Pro
Наклад 300 прим. Ум. друк. арк. 30,5. Зам. № 15–18.

Видавничий дім «Києво-Могилянська академія».
Свідоцтво про реєстрацію № 1801 від 24.05.2004 р.

Адреса видавництва та друкарні:
04070, м. Київ, Контрактова пл., 4.
Тел./факс: (044) 425–60–92.
phouse@ukma.kiev.ua
publish-ukma.kiev.ua

Гайко Геннадій, Білецький Володимир

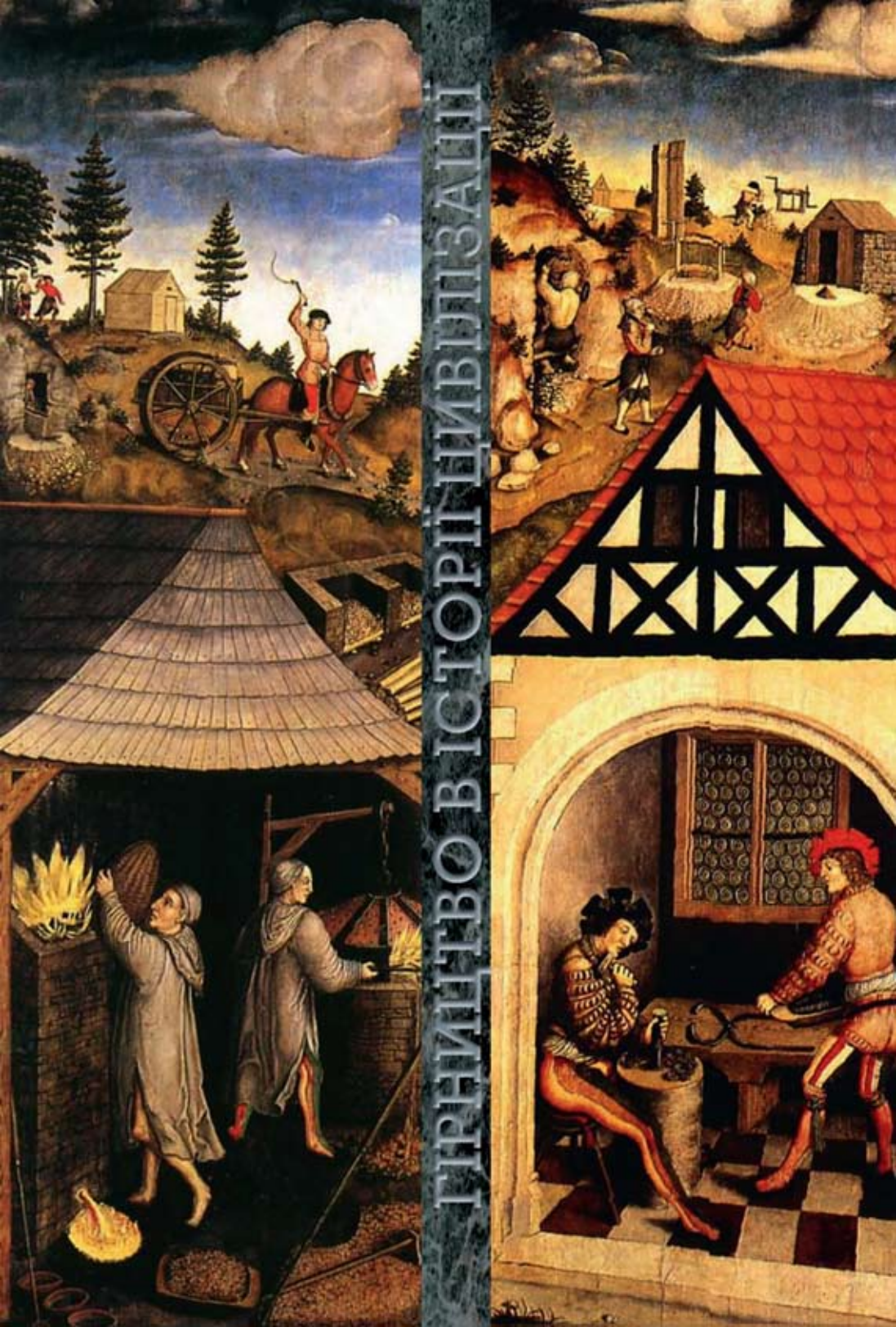
Г 12 Гірництво в історії цивілізації. — Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», 2015. — 488 с.

ISBN 978–966–518–690–8

У книзі показано вплив гірничої діяльності людства на перебіг і хронологію історичних процесів, розкрито її роль у становленні й розвитку технологічної цивілізації та системи наукових знань. Феномен гірництва розглянуто як поєднання гуманітарних і технологічних аспектів. Описано численні об'єкти культурної спадщини гірників. Досягнення гірничої археології останніх десятиліть подано в контексті всесвітньої історії гірництва.

Книга розрахована на широке коло читачів — науковців, викладачів, студентів.

УДК 622 (09)
ББК И 11/18г


ГРЕНЛАНДІЯ ВІСТОРІЙ ВИКЛИКАЙ