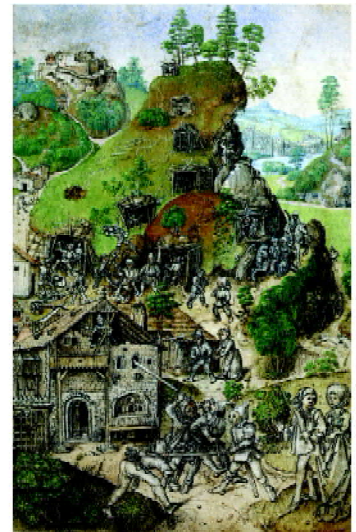




РОЗДІЛ III





3 Доба раннього заліза

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

3.1 Освоєння й розповсюдження заліза

"Скільки покинутих нив оживляло натомість залізо!

Життєвий шлях на землі людям відкрило воно".

К. Намаціан.

Початки металургії заліза

Початки металургії заліза датують XVII - XVI ст. до Р.Х., хоча залізні вироби широко розповсюдилися 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 шоломи і лати (рис. 3.1), кінську упряж довгий час продовжували виготовляти з бронзи¹. Бронза залишалася основним металом скульпторів античного світу (рис. 3.2, 3.3), причому окремі витвори мистецтва вражали своїми розмірами й матеріаломісткістю. Так гігантська статуя Геліуса в Родосі (одне з "семи чудес світу" за Антипадром Сидонським) мала висоту близько

33 м й була покрита листами з бронзи (рис. 3.4). Обсяги розробки мідних руд і виплавлення міді продовжували зростати протягом 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'язано 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 (рис. 3.5). Задля видалення шлаку крицю багаторазово проковували й отримували врешті-решт досить м'який метал - "в'язке залізо"². Для того, щоб конкурувати з бронзами (міцність яких була близька до сучасної сталі Ст5) залізні вироби підда-



Рис. 3.1 - Суцільнолиті бронзові шоломи VI - V ст. до Р.Х.:
а, б - коринфського типу; в - етрусського типу.

Незважаючи на поширення заліза у зброярстві, протягом тривалого часу перевагу мали бронзові шоломи

¹Примітно, що зброя учасників Троянської війни (XIII ст. до Р.Х.), описана Гомером в "Іліаді", була виключно бронзовою, а в армії Олександра Македонського (IV ст. до Р.Х.) хоча й домінувала залізна зброя, але ще траплялися численні бронзові знаряддя та їх окремі елементи.

²Уявлення про якість такого заліза дають властивості звичайного цвяха.

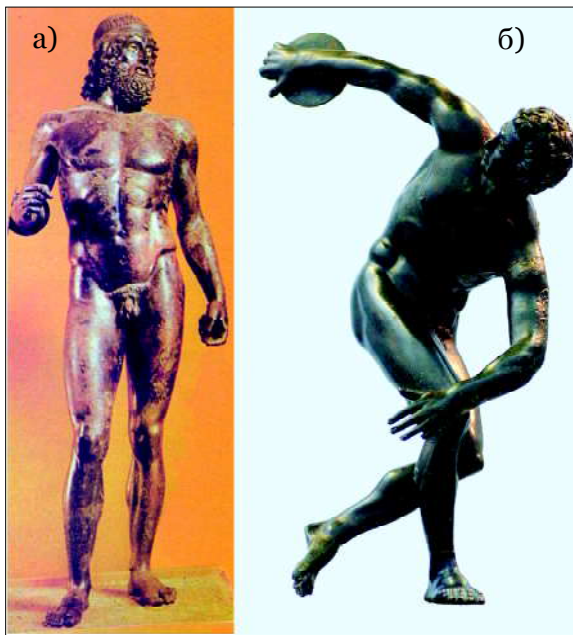


Рис. 3.2 - Бронзове статуарне литво античного світу: а - "Воїн із Ріуса" (Греція, III ст. до Р.Х.); б - "Дискобол" (римська копія з грецького оригіналу, II ст. до Р.Х.)

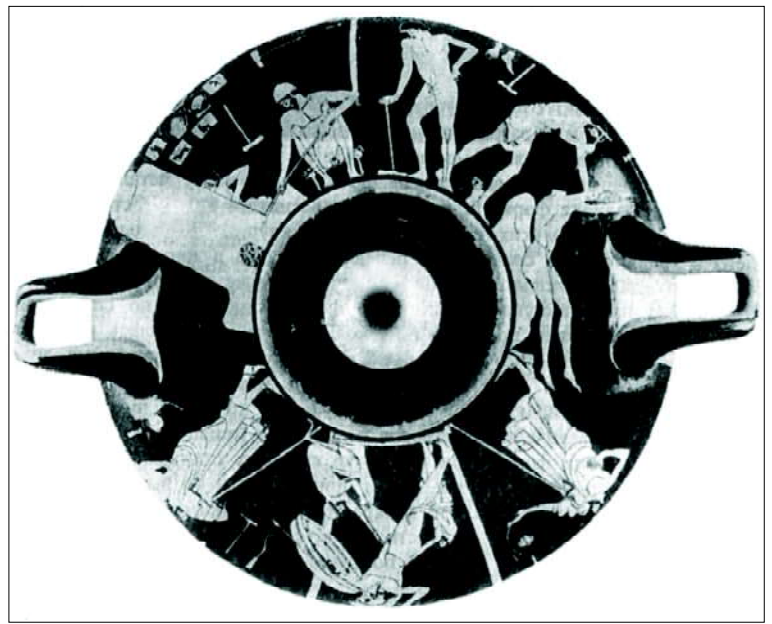


Рис. 3.3 - Виготовлення бронзової статуї. Рисунок на грецькій вазі VI ст. до Р.Х., який свідчить про широке використання бронзи в добу заліза

вали навуглецьовуванню, але технології цих процесів довгий 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 викувати вироби, тоді як розплавлена бронза дозволяла здійснювати звичний процес їх відливання. Литво давало однаковий склад сплаву й стабільність властивостей металу у виробках. Куванням не завжди вдавалося забезпечити повне видалення шлаків і рівномірний розподіл вуглецю в 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 з виготовлення знарядь війни та праці, й забезпечення їх значних переваг, роль першого кричного заліза в технічному вдосконаленні виробів - значно скромніша. Проте була переконлива підстава для розповсюдження саме залізних

виробів, яка й зумовила виникнення залізного віку. Вона ґрунтувалася на широкому розповсюдженні родовищ залізних руд (магнетиту, гематиту, сидериту й ін.) та на легкодоступності поверхневих покладів (магнетитових пісків, лугових та озерних руд бурого залізняку). Завдяки цьому залізо стало найбільш поширеним і дешевим з виробничих металів, що сприяло



Рис. 3.4 - "Колос Родоський" (початок III ст. до Р.Х.). Художня реконструкція

масовому виробництву знарядь праці. Саме ці обставини вможливили інтенсивний розвиток землеробства й сприяли відомим суспільним перетворенням I тис. до Р.Х.

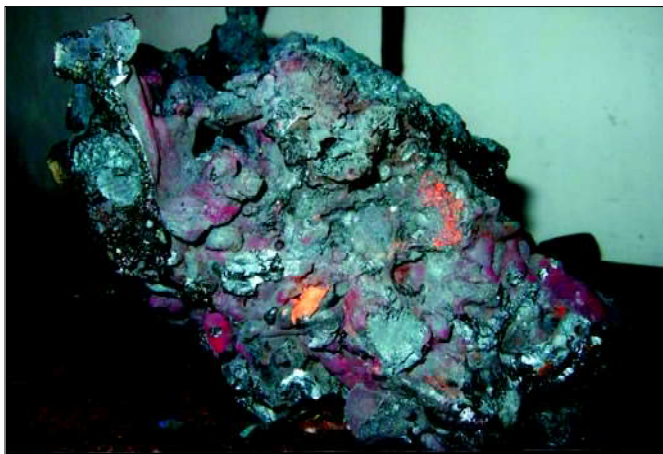


Рис. 3.5 - Вигляд залізної криці



Рис. 3.6 - Залізний метеорит Вілламет вагою 14,1 т, знайдений у США (штат Орегон) 1902 р. Музей природничої історії, Нью-Йорк

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 кожного разу 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 й надали залізу крила. Хай провина за це буде приписана людині, а не природі"*.

Самородне залізо у вигляді метеоритів (рис. 3.6) люди знали вже за кілька тисячоліть до Христа й розуміли його космічне походження (в давніх мовах назва метеоритів пов'язана з небом). Найдавнішими виробами, виготовленими з метеоритного заліза шляхом холодного кування, є єгипетське намисто (близько 3800 р. до Р.Х.) та кинджал з шумерського Ура (близько 3100 р. до Р.Х.), що дійшли до наших днів.

Самородне залізо земного походження (ферит) трапляється зрідка у вигляді пилоподібних вкраплень (здебільшого не помітних окові) 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 з 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" був виявлений відносно недавно й не міг вплинути на історію освоєння заліза.

Оскільки в залізних рудах ніколи не було помітного окові самородного заліза (на відміну від мідних руд з 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. Установлено, 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 тис. до Р.Х. на одному з іберійських рудників гірники пройшли крізь масивне залізородне 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'явилося 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°C) 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)¹, 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 окисованого заліза ($700 - 800^{\circ}\text{C}$) й розтоплення домішок (до 1200°C). Технічна недосконалість одноразових горнів ямного типу (рис. 3.7, 3.8) пояснювалась малим

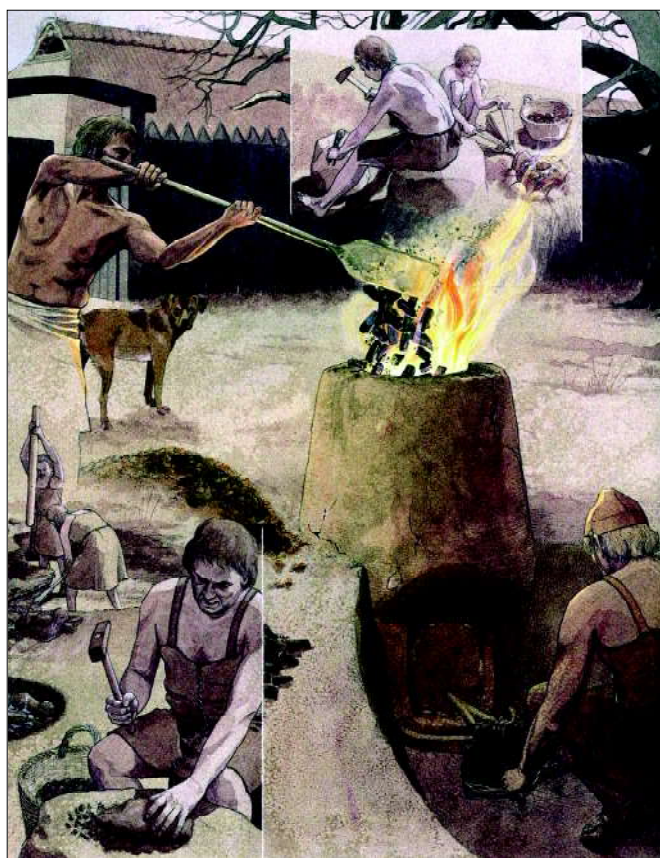


Рис. 3.7 - Давня металургія заліза: верхній фрагмент - ямна піч, нижній - наземна конусна піч, зліва - обробка криці. Реконструкція музею ландшафтів у Плассенбурзі, Німеччина

¹Горно (горн) - слов'янський термін споріднений з давньоіндійським, який означає "місце вогню".

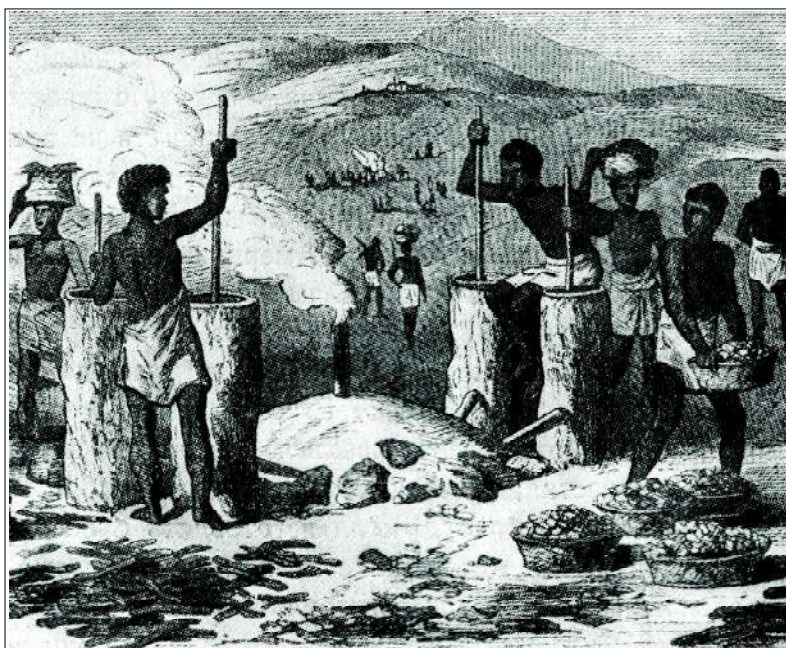


Рис. 3.8 - Виплавлення заліза в ямній печі з застосуванням поршневого повітродувного ступа. Малюнок з натури, зроблений у Центральній Африці (друга половина XIX ст.)

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 будов, конструкції яких з часом оснастили шлаковипуском. Практичне значення цього рішення полягало у звільненні робочої зони горна від накопиченого шлаку безпосередньо в процесі витоплення, що вможливило 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 виявлених археологами давніх печей, а також горни деяких африканських племен, технологічний рівень яких навіть у XX ст. залишався наближеним до металургії давнього світу (рис. 3.9 - 3.11).

Важливим кроком у розвитку металургійних технологій стало науглецьовування заліза. Численні спроби покращити його міцнісні властивості привели до винайдення способу, за якого шматок прокованого кричного заліза повторно розпікали 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 з верхнього шару - по всьому об'єму матеріалу, й знов поміщали в піч з деревним вугіллям. Такий кількарізний переділ заліза наближав його до якості 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



Рис. 3.9 - Реконструкція залізоплавильної печі конусного типу. Музей давньої металургії в Новій Слупі, Польща



Рис. 3.10. Сиродутний конусний горн, що використовувався народом фіпа в Танзанії. Світлина початку XIX ст.

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 та 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

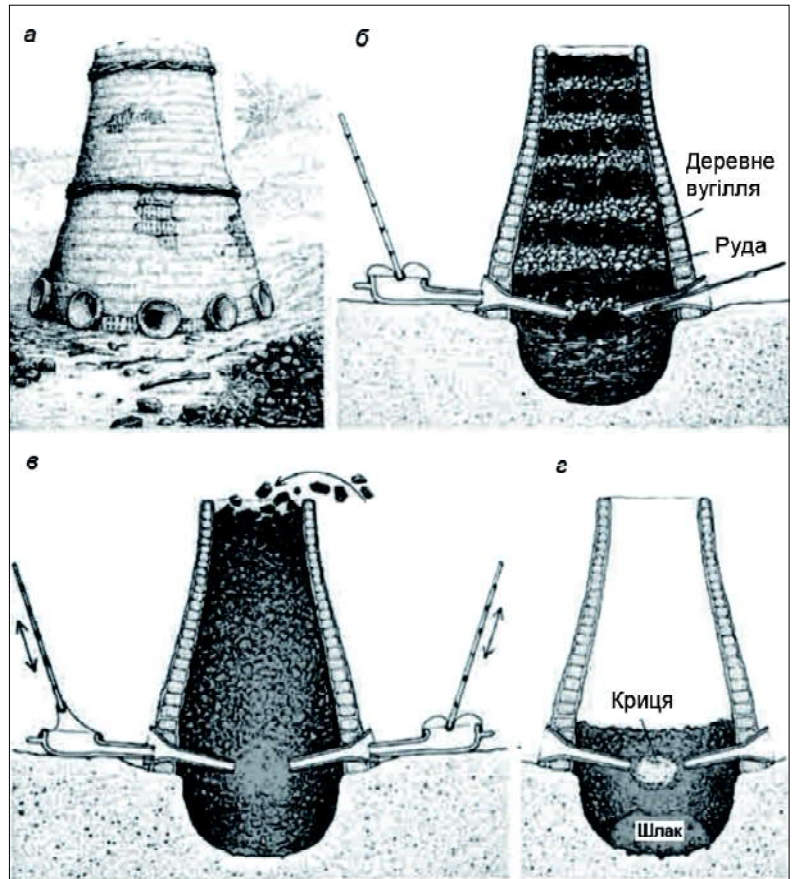


Рис. 3.11 - Будова й принцип роботи "високого" танзанійського горна: а - зовнішній вигляд; б - поперечний розріз до початку плавлення; в - додавання сировини й дуття повітря в процесі плавлення; г - поперечний розріз по завершенню плавлення

кارتвельських племен, яких іноді ототожнюють із відомими з античних джерел халібами. На території **Колхиди** (Західна Грузія) дослідниками (під проводом Д. Хахутайшвілі) був виявлений 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 тис. до Р.Х. в багатому гірничими досягненнями регіоні Південного Кавказу. Місцеві арсенові та стибієві бронзи поступалися олов'яним. Власного олова не було. Експедиції, що вирушали на його пошуки в гірські регіони Південної Європи не мали успіху. 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 призвели 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 луках; 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 "залізобробному краю". Саме там, згідно з релігійно-міфічними уявленнями античного світу, Прометей відкрив людям метали й дав вогонь, чим врятував від замисленого Зевсом знищення. У трагедії Есхіла "Прометей закутий" головний герой відзначає:

*"Це все від мене. Хто посміє мовити,
Що глибоко попід землею сховані
Скарби - залізо, мідь, срібло і золото -
Він' на вигоду людям, а не я, знайшов?"*

...
Від Прометея всі в людей умілості"

За ці "злочини" Гефест прикував Прометея на верховині Казбеку, куди щодня прилітав орел і викльовував мученику печінку (рис. 3.12).

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

(Т. Шевченко "Кавказ")

До середини II тис. до Р.Х. вартість "доброго заліза" була паритетна з вартістю золота, 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 р. до Р.Х., що була виявлена в Північній Месопотамії (територія давньої країни Митанні). Її текст сповіщає, що цар країни Митанні надіслав єгипетському фараону Аменхотепу II *"разом з 318 наложницями кинджали й кільця з осталеного заліза"*. Невдовзі царство Митанні 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 сторіч хети зберігали таємницю нових технологій і монополію торгівлі осталеним залізом. Наприкінці II - на початку I тис. до Р.Х. металургія заліза з



Рис. 3.12 - Кара Прометея. Розпис посудини з Лаконії (середина VI ст. до Р.Х.)

¹Тобто Зевс.

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 невід'ємно 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 й звичайного 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 й виготовлення залізних виробів досягли в грецьких полісах значного розвою, хоча безпосередньо виробництво "доброго заліза" довгий час не мало успіху і Еллада імпортувала його з Кавказу, а також від більш досвідчених у металургії кімерійських, скіфських і кельтських племен. Завдяки витворам мистецтва, що фіксували ковальську майстерність (рис. 3.13), літературним описам (Гомер, наприклад, згадує залізо в "Іліаді" та "Одіссей" сорок вісім разів), натурфілософським працям, релігійній міфології Давня Греція залишилась в історичній пам'яті як потужний центр продукування й розповсюдження залізних виробів.

Культ бога вогню, плавильного й ковальського мистецтва Гефеста був одним з найвпливовіших. Художня традиція зазвичай зображувала його в кузні, серед гірничих виробок (рис. 3.14). "Енеїда" Вергілія подає грандіозний опис підземної кузні Гефеста, де він виковував Зевсові блискавки, а також зброю Енею. Цікаво, що греки й римляни, які спостерігали виверження вулканів (зокрема на Ліпарських островах, на Сицилії та ін.), вважали вулкани трубами підземних кузень Гефеста (Вулкана), що й дало назву цим геологічним об'єктам. Шлюб бога-коваля Гефеста з богинею кохання й краси Афродітою розкривав спробу античної культури міфологічно осмислити плідне сполучення технологічних і природних (біологічних) можливостей людини.

Важливу роль у розвитку металургії заліза й 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 "Одіссей" та Геродотом в "Історії"), військові вторгнення на Кавказ (зокрема в Колхиду) 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

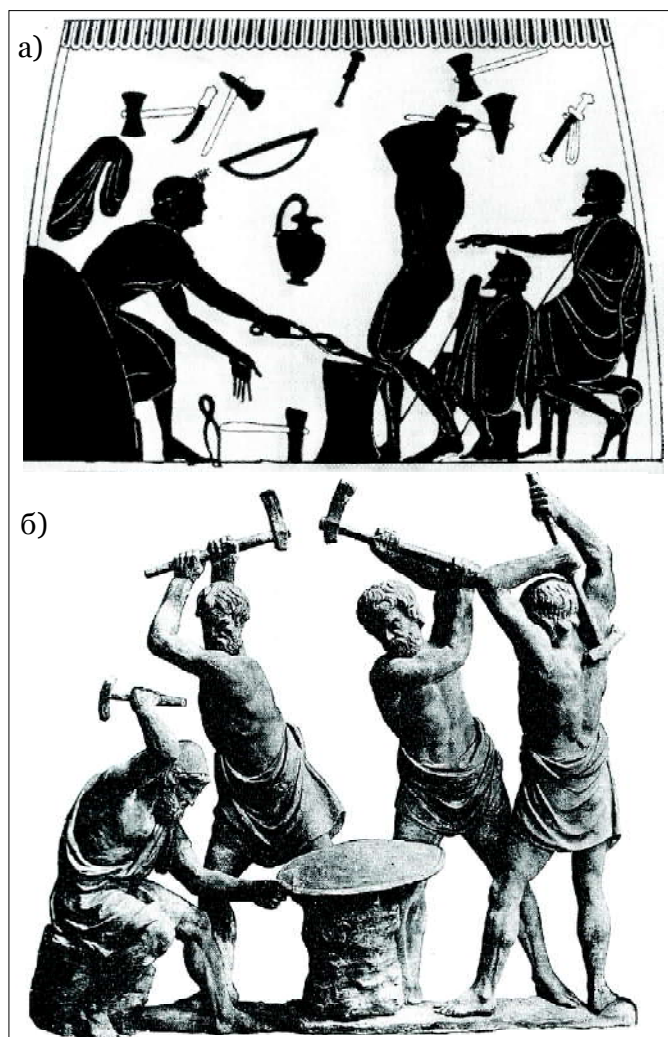


Рис. 3.13 - Давньогрецькі кузні: а - малюнок на вазі (VI ст. до Р.Х.); б - скульптурна композиція "Кузня Гефеста" (II ст. до Р.Х.)

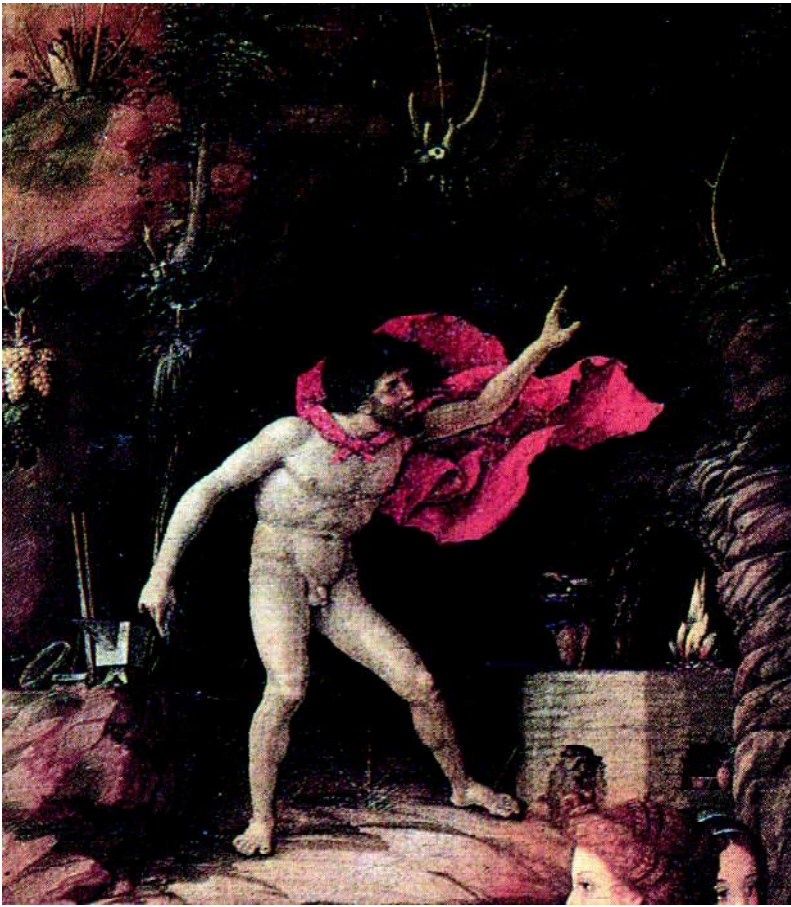


Рис. 3.14 - Гефест (Вулкан).
Фрагмент картини А. Матені "Парнас"

вдалі за формою й розмірами (довжина клинка трохи перевищувала 1 м). Вважають, що вони першими перевершили кращі зразки бронзової зброї. Це свідчить, що кімерійські зброярі освоїли технології цементації, ковальського зварювання й інші, відомі лише їм, секрети якісної обробки заліза. Частина кімерійців, витиснена скіфами з території сучасної України, мігрувала в Центральну Європу, що сприяло розвитку металургії заліза Гальштатської культури.

В VII ст. до Р.Х. Північне Причорномор'я було завойовано скіфами, які запозичили й удосконалили місцеве виробництво "доброго заліза" й якісної зброї (бойові сокири й мечі, рис. 3.15). У скіфів уперше з'являється принципово новий тип плавильного горна - наземна сиродутна піч із шлаковипуском (рис. 3.16). 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 Лютіжі, Пилипенковій Горі, Лопатній, Ремезівці 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".*

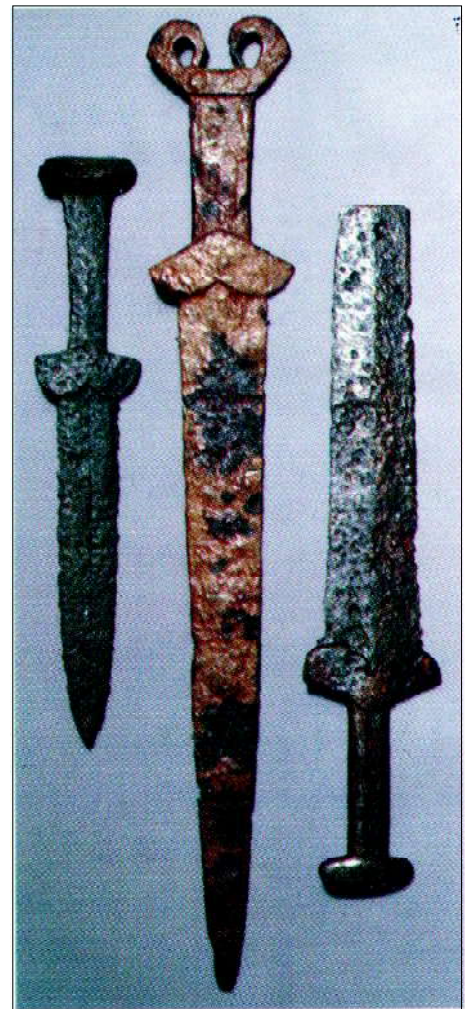


Рис. 3.15 - Скіфський меч акинак і кинджали (VI ст. до Р.Х.).
Дніпропетровський історичний музей ім. Д. Яворницького

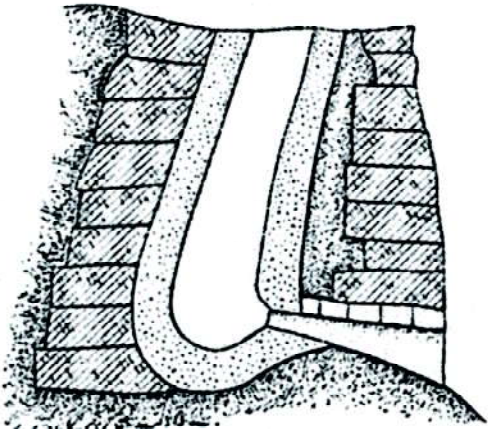


Рис. 3.16 - Конструкція сиродутної печі із шлаковипуском

Питання про сировинну базу скіфського заліза залишається дискусійним. Вважають, що руди бурого залізняку (лугові й болотні поклади) могли надходити з території Україн-

ського 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 (до сьогодні ведеться їх відкрита розробка), а численні ріки, байраки і 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 в 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 Червона. 1949 р. Б. Граков виявив залишки рудні скіфських часів у Гайдамацькій печері Дубової балки. Тут же були знайдені 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 перехід від бронзи до заліза розпочали на початку IX ст. до Р.Х. племена іллірійців та кельтів (галлів), що утворили розвинуте господарство на базі поширеного гірництва й металургії. Численні соляні шахти, мідні й залізні рудники, металургійні центри визначили Гальштатську культуру¹, що залишила різноманітні пам'ятки з бронзи та заліза, які співіснували кілька століть. З середини I тис. до Р.Х. в Центральній і Західній Європі металургію заліза розвивали кельти (рис. 3.17), які заклали підвалини Латенської культури² залізного віку. Їхні поселення зазвичай виникали поблизу розвіданих покладів залізних руд. На відміну від греків і римлян, кельтські гірники були одночасно металургами та ковалями й забезпечували весь технологічний процес від пошуку руд до виготовлення залізних виробів (рис. 3.18, 3.19). Може, завдяки цьому, вони першими розпочали цілеспрямовану розробку залізомарганцевих руд,



Рис. 3.17 - Молитва кельта перед входом до гірничої виробки (макет-реконструкція). Музей кельтів у Зальцбурзі, Австрія

¹ Гальштат - давнє поселення у Верхній Австрії, центр соляного й рудного промислу I тис. до Р.Х. Примітно, що відкриття основних артефактів цієї археологічної культури було здійснено в середині XIX ст. розвідками під керівництвом директора соляних шахт Гальштата, фахового гірника Г. Рамзауера.

² За назвою швейцарського міста Ла Тен, де були знайдені численні археологічні артефакти давньої культури.



Рис. 3.18 - Виробництво заліза кельтами (макет-реконструкція).
Музей давньої металургії в Новій Слупі, Польща

зрозумівши роль марганцю для виробництва якісних сталей. Освоєння кельтами таких регіонів, як Каринтія та Штирія (Австрія), Зігерланд (Німеччина), Більбао (Іспанія), де залягали багаті марганцем залізні руди, дозволило їм отримати безперечні переваги у виробництві "доброго заліза" на значній території Європи.

Оригінальний спосіб осталення заліза іберійськими кельтами описав у "Історичній бібліотеці" Діодор Сицилійський: *"Вони закопували ковані залізні пластини в землю й тримали їх там до того часу, поки іржа не роз'їдала всі слабкі місця. Із більш міцних частин, що залишились, вони вковували 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 протистояти цій зброї, настільки великі переваги такого заліза".* Це був перший спосіб легування металу: іржа виїдала в'язке залізо, залишаючи неушкодженими частки легованої сталі.

Важливим досягненням кельтів було застосування у виробі комбінованого ("зварного") заліза, коли ріжуче лезо серпа, коси, ножа виготовляли з тонкої сталі, а вміщувальну обойму - із 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 заощаджувалась дорогоцінна сталь, а знаряддя набували довговічності й можливості легко заточуватися та відновлюватися.



Рис. 3.19 - Легендарне кельтське залізо

Винахідливості кельтів приписують створення залізних ободів на колесах, обручів для діжок, колісних плугів із залізним лемешем, використання заліза в крем'яному огневі тощо. Багато з цих винаходів використовувалися майже без змін протягом двох тисячоліть. Велике значення для військових успіхів кельтів мали тонкі двосічні сталеві клинки довжиною близько метра (відомі з кінця IV ст. до Р.Х.) й 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 привели до поширення нових технічних досягнень практично всією Європою. Досягнення кельтської металургії втілені в численних легендах про коваля Віланда (Волянда, Велундра), який зварював різні шари заліза в непереможну найміцнішу зброю (рис. 3.20). 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 розбитися
Колісь і десь об гори кам'яні."*

Характерний для Римської імперії рабовласницький лад значною мірою пригнічував розвиток промислів: рабам не притаманне винахідництво, безглузде в їхньому становищі, а вищі класи суспільства презирливо ставились до всього, що мало відношення до 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



Рис. 3.20 - У кузні Віланда

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



Рис. 3.21 - Залишки давніх залізоборних печей і шлаків поблизу Нової Слупи, Польща

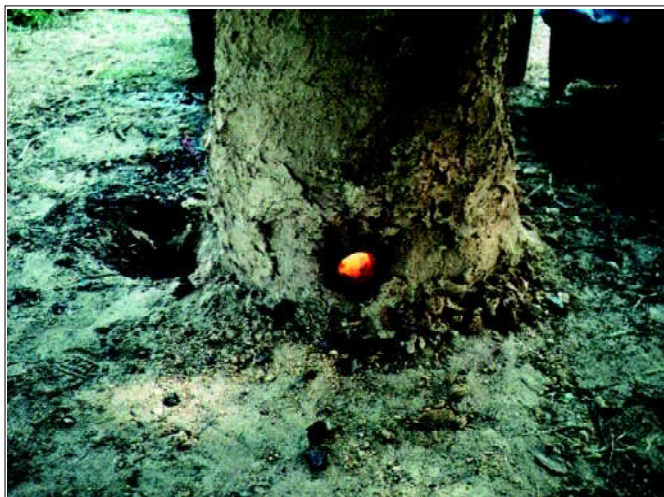


Рис. 3.22 - Археологічна реконструкція давньої технології виробництва заліза. Фестиваль "Свентокшиські димарки", Польща

багатих залізними рудами 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 золото на сто літ,
А хочете - залізо, назавжди, доки світ".
Під дзвін мечів залізних зривів військовий цвіт:
"Ми просимо залізо, назавжди, доки світ!"*

Видатною пам'яткою давнього виробництва заліза кельтами і германцями є металургійний центр у Новій Слупі (Свентокшиське воєводство Польщі), який датують I - II ст. нашої ери. Аеромагнітна зйомка виявила тут більше 400 тис. залишків печей-димарок (рис. 3.21, 3.22), кожна з яких давала 15 - 20 кг заліза. Хоча печі споруджували мало не впритул одна до одної, виробничі площі сягали величезних територій Свентокшиських Гір. Навіть сьогодні численні залишки шлаків і димарок залишаються суттєвою перешкодою для оброблення сільсько-господарських земель.

Першим привернув увагу наукової

спільноти до слідів давньої металургії в Свентокшиських Горах відомий польський вчений-просвітитель, президент Товариства друзів науки, священник Станіслав Сташиць¹. 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 проф. 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 Свентокшиських 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 та германців у Центральній і Західній Європі. Провідні держави античного світу Давні Греція та Рим були здебільшого імпортерами "доброго заліза", хоча технології металообробки (особливо в Греції) сягали високого рівня.

Майже одночасно із західним, європейським вектором освоєння заліза утворився потужний східний напрям, який дав світу найбільш якісну збройову сталь й унікальні вироби холодної зброї. Однією з найцікавіших археологічних знахідок на території Давньої Ассирії залишається залізосховище, виявлене в резиденції акадського царя Саргона II (VIII ст. до Р.Х.) у Дур-Шаррукіні². Приміщення мало розміри 5x2,5x1,5 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 сидла. Ці свідчення розвинутої металургії Ассирії зараз можна побачити в експозиції Лувру.

¹ Його ім'я носить Краківська гірничо-металургійна академія.

² Археологічні розкопки проведені 1843 - 1846 рр. французьким консулом Полем Емілем Боттою.

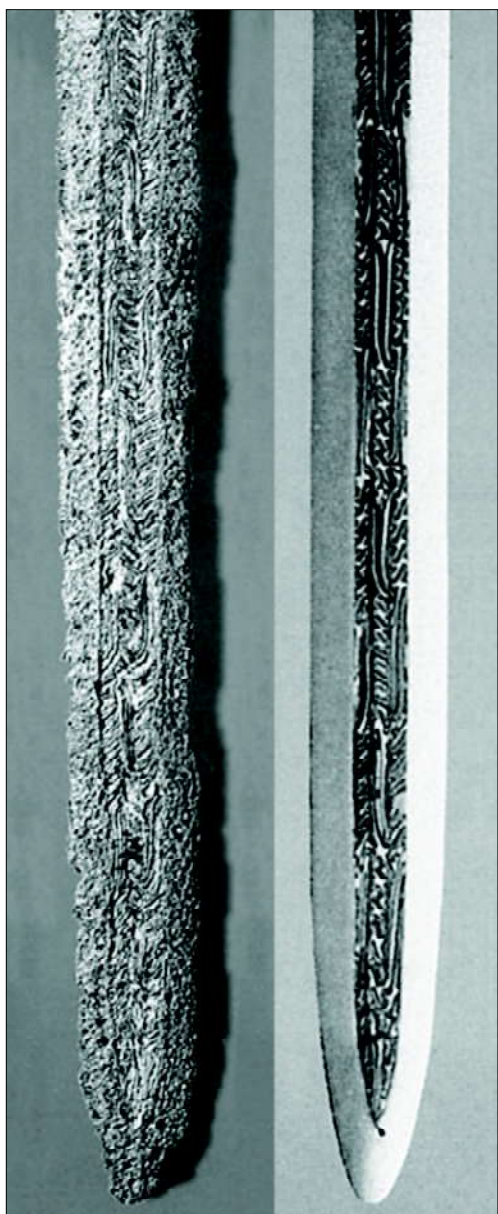


Рис. 3.23 - Клинки з дамаської сталі часів Римської імперії (скарб із Нідаму, Данія, III - IV ст.)

Арійські племена, що прийшли на рівнини Інду та Гангу, ознайомились із залізом на межі II та I тис. 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 Олександра Македонського в Індію (329 р. до Р.Х.). Збереглися рукописи, що свідчать про царський дарунок володаря Пенджабу Олександрові - близько 2,5 т кричного заліза. Вихователь і біограф Олександра Аристотель в описі битви на річці Гідасп (сучасна Джелам) відзначає, що індійські воїни билися з греками довгими мечами, що легко розрубували захисні обладунки. Як металеву 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 Аристотелем, "*феррум кандіnum*" (біле залізо). Згодом подібну сталь (рис. 3.23) 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

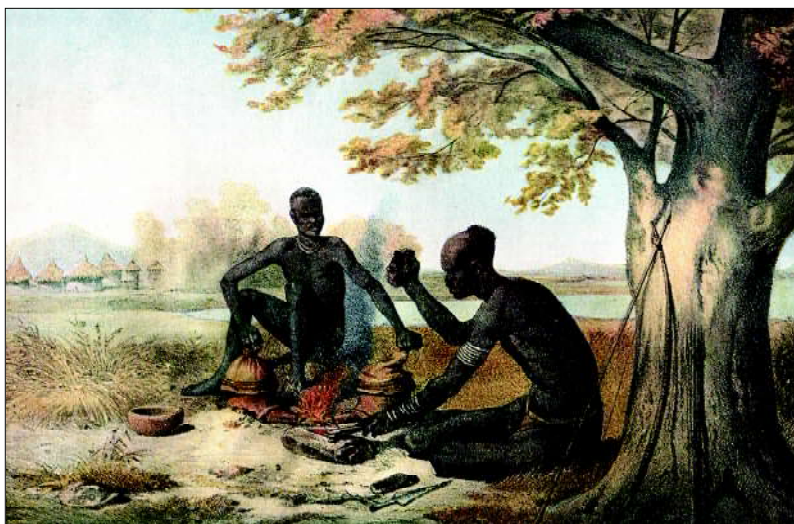


Рис. 3.24 - Негритянські ковалі з кам'яним молотом і ковадлом. Малюнок з натури В. Гарніє, зроблений на Верхньому Нілі 1860 р.

балки будівель збереглися до сьогодні у досить добром 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. У подальшому 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 континенті¹. Широкі зв'язки європейців з народами Чорної Африки

дозволили виявити в останніх досить розвинуті технології виробництва заліза, які контрастували з примітивними знаряддями праці (рис. 3.24). 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 Христа. Вважають, що зміна кам'яного віку залізним здійснювалась у Африці під впливом Давнього Єгипту, цивілізаційні імпульси якого поступово поширювались на величезні простори континенту.

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.
Йї 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, жажлива 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 тис. до Р.Х. Організацію видобутку й торгівлю коштовними металами значною мірою контролювали "володарі морів" - фінікійці (Карфаген, Піренейський 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 був запроваджений широкий обіг коштовних

металів (електруму, золота та срібла) як грошей, що стало важливим кроком у розвитку цивілізації. До того існував децю 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 шкірами, 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,

¹Тут Африка розглядається без високорозвинених держав Давнього Єгипту та Карфагену, куди "добре залізо" експортувалося ще у II тис. до Р.Х. (Єгипет), а власні розробки розпочалися в VI ст. до Р.Х.

висока працемісткість процесів під час їх розробки). Коштовні метали забезпечили зручний і надійний спосіб товарообміну, що значно розвинуло торгівлю, обмін культурними здобутками та технічними досягненнями на величезних просторах ойкумени.

Досвід видобутку благородних металів підсумував римський історик Пліній, який тривалий час керував розробками золота в Іберії¹. Він свідчить: *"Золото видобувають у відомих нам країнах трьома способами. Перший - у вигляді дрібних частинок, як то в ріках 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 в копальнях чи у звалищах гір. Ті, хто шукає золото, перш за все знімають кірку, так званий "показчик 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 електриум"*.

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 рік 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 непрининний"* (Гомер "Іліада"). Одним із найбільш відомих центрів розробки золота й срібла була Лідія, яка виникла після падіння Хетської держави на території її області Асува (сучасна Західна Туреччина). Лідійський цар Гігес або його син Ардіс (VII ст.

до Р.Х.) започаткували карбування перших монет² з електриуму (природного золотосрібного сплаву). Лідійський статер (рис. 3.25) 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"*.

Видобуток золота й електриуму в Лідії проводили в піщаних розсипах річок Тмол, Пактол і Герма, а також у гірських масивах Тмолу й Сипілі. З золотоносним Пактолом пов'язано багато легенд, зокрема міф про царя Мідаса (рис. 3.26), який випрохав у бога Діоніса можливість перетворювати на золото все, до чого б торкалося його тіло. Через деякий 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 змилювався над царем і звелів змити з себе гріх жадоби у водах



Рис. 3.25 - Перші лідійські монети з електриуму

² 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 тис. до Р.Х., але монети звичної нам круглої форми, виконані з благородних металів, - винахід лідійців.

¹ Іберія - частина Піренейського півострова, населена давніми племенами іберів. Більшого поширення набула фінікійська назва цієї країни - Іспанія.



Рис. 3.26 - Мідас отримує від Діоніса дар перетворювати речі на золото. Картина Ніколя Пуссена

Пактолу, який став з тих пір золотоносним. Ця легенда дозволяє уточнити час відкриття розсіпів Пактолу: Мідас царював у середині VIII ст. до Р.Х.

Головним центром розробки срібних та свинцевих руд у Давній Греції був **Лавріон** (південно-східний край Аттики), який здобув славу найвеличнішого родовища Давнього Світу. Археологічні джерела свідчать про початок експлуатації рудників ще в мікенський період (поряд з рудниками виявлені сліди мікенських поселень). Це співпадає з 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*



Рис. 3.27 - Давня штольня в Лавріоні

Неоптолемом". Таким чином, можна стверджувати, що експлуатація Лавріону розпочалася в середині II тис. 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 збереглася 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 (рис. 3.27, 3.28). На межі VII - VI ст. до Р.Х. пошуковими

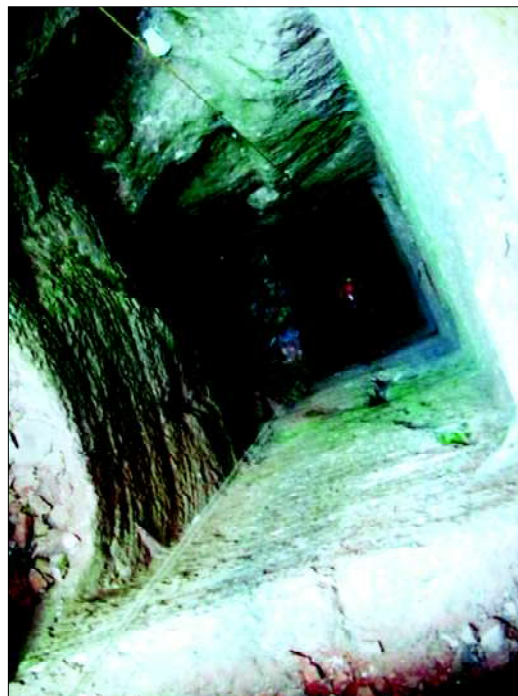


Рис. 3.28 - Дослідження давнього стовбура на лавріонських рудниках

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 водопритока. 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

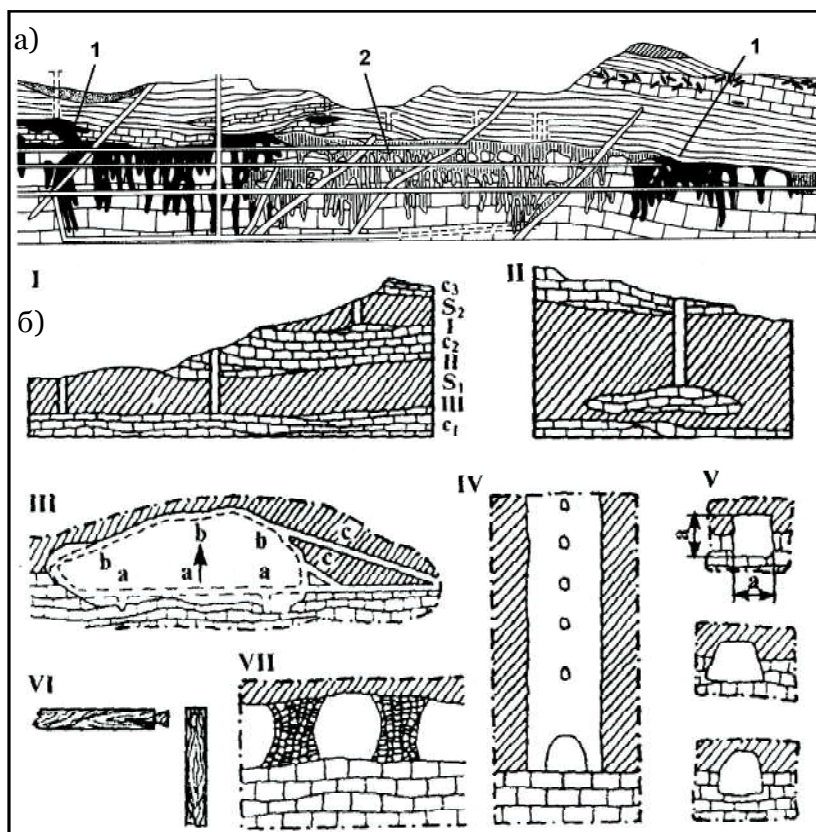


Рис. 3.29 - Лавріонський рудник: а - геологічний розріз родовища за Г. Вільсдорфом: 1- рудні тіла, що збереглися; 2 - відпрацьовані в античний період; б - реконструкції гірничих виробок (за Р. Шмідт): I - геологічний розріз копальні, II - пошукова шахта, що закладена невдало, III - експлуатаційна камера; IV - розріз по стовбуру, V - перерізи горизонтальних виробок (а=0,6 - 1,2 м), VI - елементи рамного дерев'яного кріплення, VII - підпірні стовпи з пустої породи

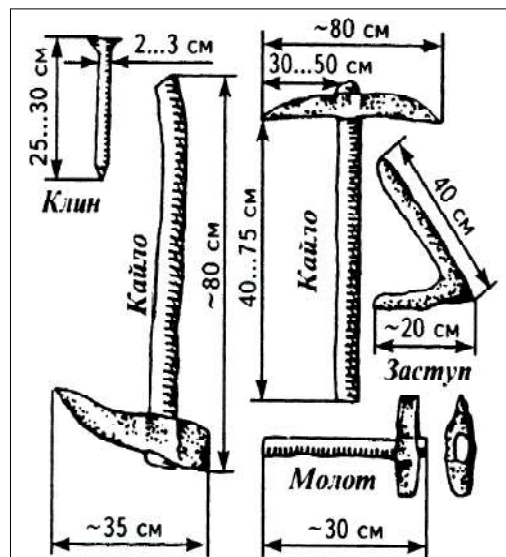


Рис. 3.30 - Античні знаряддя гірничих робіт (за Б. Ребриком)

(рис. 3.29). Сумарна довжина лазів, штолень і штреків більше 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'ємів 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 сягала близько 2 тис., а їхня глибина була зазвичай від 35 до 120 м. Розміри прямокутних перерізів шахтних стовбурів знаходились у межах від 1,3x1,9 до 1,9x2 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 використовувати колісний транспорт (візки) 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 (в 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 (рис. 3.30): 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 (рис. 3.31-а), а для збирання води утворювали спеціальні водні резервуари (рис. 3.31-б). Наступною операцією після промивання було обпалення руди, після чого здійснювали виплавлення срібла (рис. 3.32). Цей метал ішов на карбування монет і виготовлення



Рис. 3.31 - Гідротехнічні споруди для водного збагачення руд на лавріонських копальнях: а - промислова збагачувальна ділянка; б - резервуар для збирання та зберігання води

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-х млн. т свинцю. Давні відвали металургійних шлаків, що сягали більше 1,5 млн. т

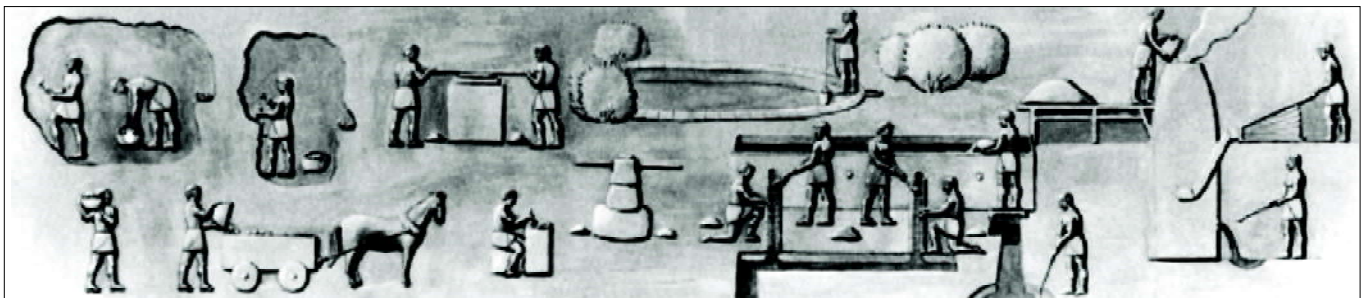


Рис. 3.32 - Гірничо-металургійні роботи на лавріонських рудниках. Археологічний музей у Лавріоні



Рис. 3.33 - Афіньська тетрадрахма, яка виготовлялася із лаврійського срібла, та відповідне клеймо для карбування монет (450 р. до Р.Х.)

і містили значні залишки кольорових металів, були перероблені металургамі нового часу (промислове використання шлаків почали 1864 р.).

Рудники Лавріону заклали підвалини добробуту Афінь, склавши матеріальні передумови розвитку великої культури Давньої Греції. Щорічно кожний громадянин Афінь 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 славенні афіньські тетрадрахми. На аверсі монети зображували богиню мудрості Афінь, на реверсі - священного птаха богині, сову під оливою (рис. 3.33). Ці монети, що називалися "совами", дістали широке розповсюдження у тогочасній світовій торгівлі. Успіхи грецького полісу зазвичай підкреслювали фразою Аристофана: "Не варто везти сов у Афінь" (тобто, тут вистачає свого багатства та мудрості).

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

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

Слід зауважити, що лаврійські рудники винаймали найбільш шановані, відомі своєю порядністю громадяни Афінь, причому імена офіційних орендарів щорічно викарбовували на кам'яних стелах (рис. 3.34), які виставляли на ринкових площах. Це забезпечувало "прозорість" організаційної структури, підвищувало відповідальність орендарів перед громадянами, уможливлювало контроль діяльності промисловців мешканцями Афінь.

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. У подальшому основною робочою силою в Лавріоні стали раби, які утримувались у жахливих умовах (рис. 3.35), причому їх кількість у часи найбільш інтенсивної експлуатації родовища сягала 30 - 35 тис. При цьому, за згадкою Ксенофонта, "роботи було завжди більше, ніж робітників". Внутрішній стан раба-гірника певною мірою "реконструюють" рядки поета:

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

В. Брюсов "Каменярь"

У другій половині IV ст. до Р.Х. виняткове значення Лавріону було втрачене, чому сприяло як відпрацювання найбільш багатих місцевих руд, так і завоювання Македонією Фракії (Східні Балкани), потужні родовища якої стали новим центром розробки благородних металів. Коли



Рис. 3.34 - Стела з переліком орендарів Лавріонських рудників (336 р. до Р.Х.) і срібна тетрадрахма 420 р. до Р.Х.). Німецький гірничий музей у Бохумі

Афіни були завойовані Олександром Македонським, вони були позбавлені права карбувати свою монету. Лавріонські рудники поступово зменшували видобуток і були значною мірою відпрацьовані до початку нашої ери. Історик Страбон вказував, 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 відзначає: *"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 ріки Стримон здійснили Афіни, але військові успіхи у 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 були відкриті багаті золоті родовища в районі Креніди (перейменованої у Філіпи), на схід від гори Пангей. З цього золота почали карбувати статери Філіпа II, а пізніше - статери його сина Олександра 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 широку відомість цієї рудної гори в Егейському світі. Римський поет Лукрецій у своїх творах багаторазово 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"*

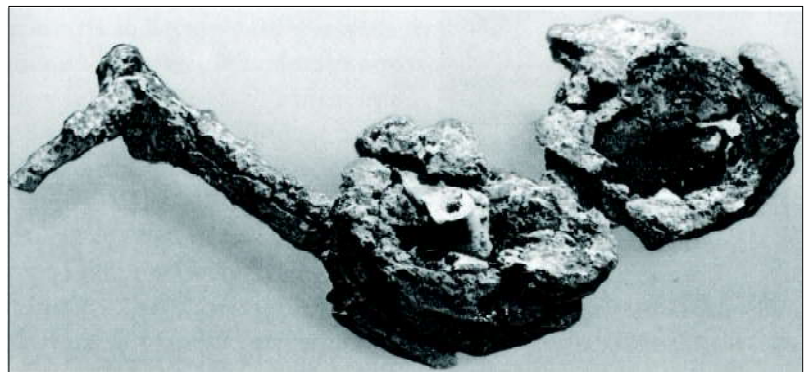


Рис. 3.35 - Залізні кайдани з залишками кісток ніг невольника, знайдені в давніх виробках лавріонських рудників. Музей Фрайберзької гірничої академії

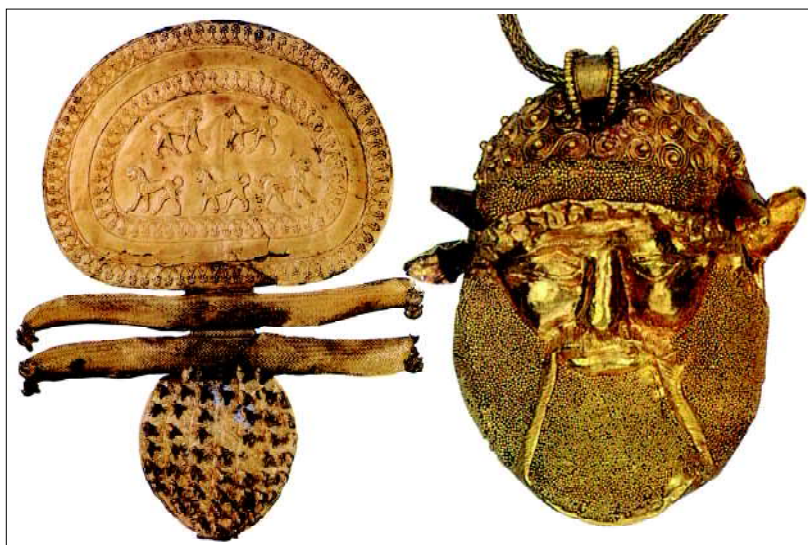


Рис. 3.36 - Унікальні золоті прикраси етрусків

помпезних скарбниць. Щорічно громадяни острова розподіляли доходи з рудників поміж собою". Цікаве також свідчення Павсанія в "Описі Еллади": "На острові Сіфносі 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, на березі моря виявив сліди давніх виробок і доволі велику штольню, у якій знайдені знаряддя праці давніх гірників. У боках штольні були утворені ніші для ламп рудокопів, а ззовні, недалеко від входу у виробку знайдені плавильні печі й залишки шлаків. Бент дослідив морське дно поблизу берега і 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).

Досконалыми 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). Всеохопний захват викликають гранульовані ("зернинні") прикраси етрусків, які утворені шляхом викладення тисяч найдрібніших золотих кульок (діаметром близько 0,2 мм) на мідні пластини з формуванням химерних візерунків (рис. 3.36). Для всіх залишалося



Рис. 3.37 - Золотий зубопротезний міст, виготовлений етруським "стоматологом" за п'ятсот років до Різдва.

загадкою, як закріпити золоту крупинку на мідній пластині, при цьому не розтоплюючи її? Секрет паяння було розкрито тільки 1933 р. Не менш вражаючими були досягнення етрусків у зубопротезній техніці й виготовленні золотих коронок та мостів (рис. 3.37). Якість цих виробів, більшість з яких датують серединою I тис. 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 рудники 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 видобу-

ває золото (рис. 3.38). Цими робітниками здебільшого є засуджені злочинці, військовополонені й люди, що часом помилково переслідуються й нападом гніву були кинуті 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 виключає 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 призводило до її розтріскування, після чого її обробляли вручну. Скеля послаблялася таким же чином, і коли вона досягала стану, що підлягав дії помірною 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,



Рис. 3.38 - Праця невільників у давньому руднику.
Гравюра Т. Рив'єри

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 обсіпають 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 тридцяти років, брали певну кількість уламків й подрібнювали їх у кам'яних ступах залізними товчачами доти, доки вони не зменшувались до розмірів горошини. Поблизу були діти та старі, які брали ці дрібні камені й кидали їх 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 дощі розклали розтертий на порошок камінь, а потім розмішували, поливаючи водою. Частина його, що містить землю, розмивається водою й стікає по нахиленій дощі, а золото, через свою вагу, залишається на дощі. Робітники повторювали цю операцію кілька разів, злегка розтираючи речовину руками, аж поки на дощі не залишилися 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 тис. до Р.Х. і полягала в реакції розплавлених домішок і окисненого свинцю, причому продукт цієї реакції разом вилучали із розплаву. Процес був подібний на відому купеляцію 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 розкоші 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 марносластва" 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 тягової сили..., роботу тварин виконували раби"*.

Оцінюючи римські розробки золота, В.І.Вернадський відзначав: *"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 щорічно"*. Тепер виявлені два давніх потужних центри видобутку дорогоцінних металів, які розташовувались у південній і північно-західній частині Піренейського півострова.

Південні родовища поліметалів Іберійського піритного поясу являли собою потужну світу штокоподібних покладів, що розміщувалися в 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 достойнства"*, - 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 продовжувалися з перервами протягом тисячоліть¹ (рис. 3.39). Фінікійські розвідники надр просувалися вгору річкою Ріо Тінто ("Ріка Червона"), води якої від розмитих вохр залізної шляпи навіть зараз мають насичений рудий колір (рис.3.40), 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.

¹ Родовище Ріо Тінто настільки потужне, що експлуатується до нашого часу. 1873 р. поліметалічні рудники були викуплені в уряді Іспанії родиною Ротшильдів, що поклато 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.

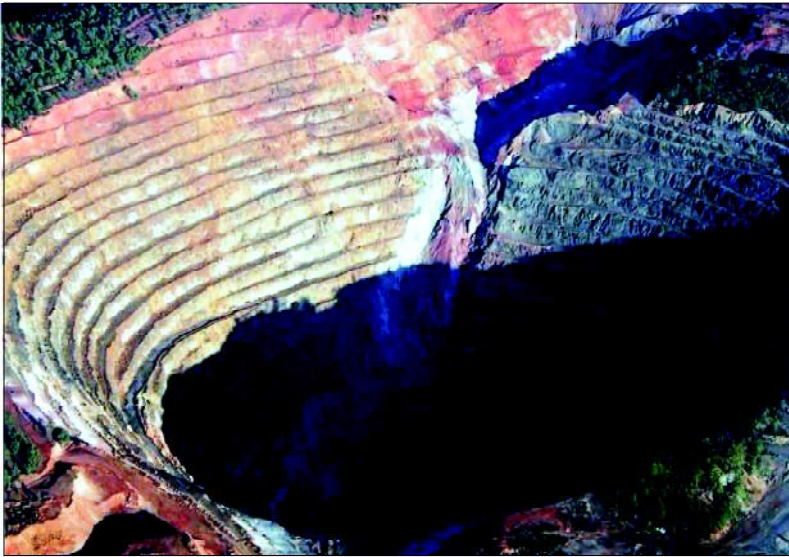


Рис. 3.39 - Величезні чаші кар'єрів рудника Ріо Тінто, що поглинули давні розробки



Рис. 3.40 - Червоні води іспанської ріки Ріо Тінто

Природні особливості цього непересічного родовища описав відомий геолог і письменник В. Обручев: *"Родовище Ріо Тінто є антикліналю довжиною 7 км й шириною 1 км. Руди масивні й штокверкові. Масивні руди довжиною декілька кілометрів і товщиною до перших десятків метрів утворюють поклад у 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. Не зважаючи 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 вельми 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 з сотнями тисяч тонн пустої породи, відходів, шлаків. Цікаві археологічні знахідки, зокрема знаряддя праці гірників античності (рис. 3.41), також підтверджують римські розробки. У Лінаресі (Андалузія) був виявлений знаменитий кам'яний барельєф із зображенням гірників римської доби (рис. 42). На ньому - вісім шахтарів на повний зріст, що просуваються двома рядами



Рис. 3.41 - Знаряддя праці гірників римського часу, виявлені в давніх виробках рудника Ріо Тінто (фото XIX ст.). Історичний архів музею Ріо Тінто

Рис. 3.42 - "Камінь з Лінареса" (III ст. до Р.Х.).
Німецький гірничий музей у Бохумі



досить високою гірничою виробкою (можливо, камерою). Один із гірників тримає кайло. Позаду йде майстер з кліщами та світильником.

У Віпасці та Альюстрелі відповідно 1876 і 1906 рр. у давніх шлакових відвалах були знайдені бронзові пластини, на яких було викладено римське гірниче право (рис. 3.43). Цей унікальний історичний документ затверджував не тільки виробничі відносини та 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.



Рис. 3.43 - Бронзова пластина з текстом римського гірничого права, знайдена у Віпасці. Лісабонський музей

Давньоримські технології видобутку благородних металів

Іспанські рудники римлян відрізняла розвинута система водовідливу. Тут уперше подолали до того 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 Іспанії¹ (рис. 3.44). 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 проведення гірничих робіт на рудниках Іспанії та Португалії були виявлені рештки

¹ Є свідчення того, що технічні ідеї шахтного водовідливу втілювалися в іспанських рудниках ще за карфагенян, але значно меншими обсягами.

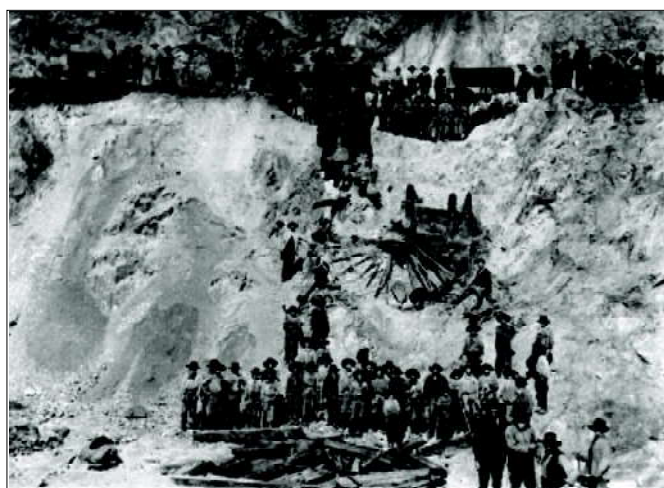
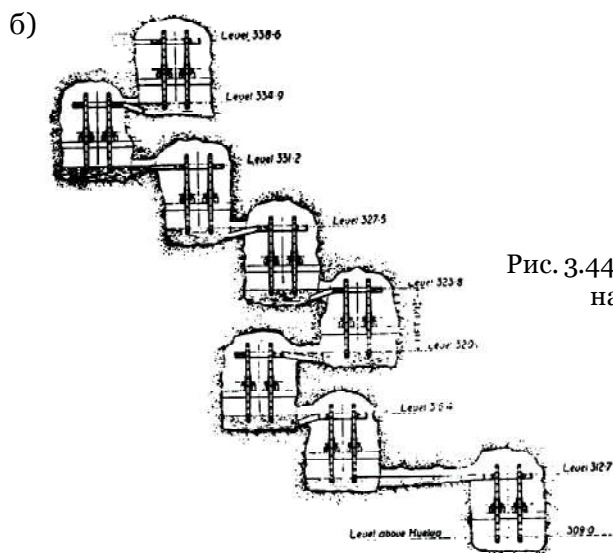
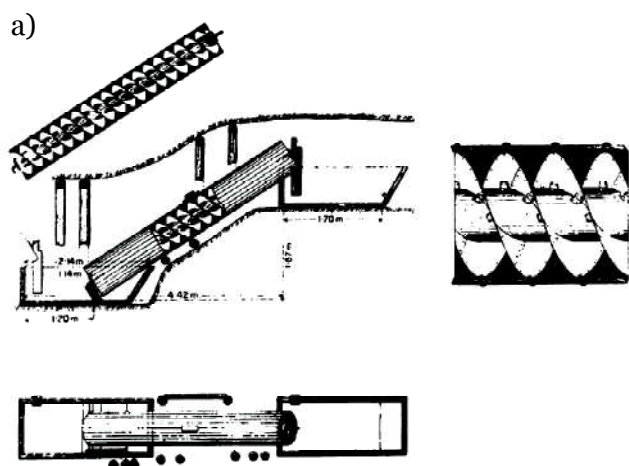


Рис. 3.45 - Виявлені під час розробки кар'єра Ріо Тінто водовідливні колеса римських часів (світлина другої половини XIX ст.). Історичний архів музею Ріо Тінто

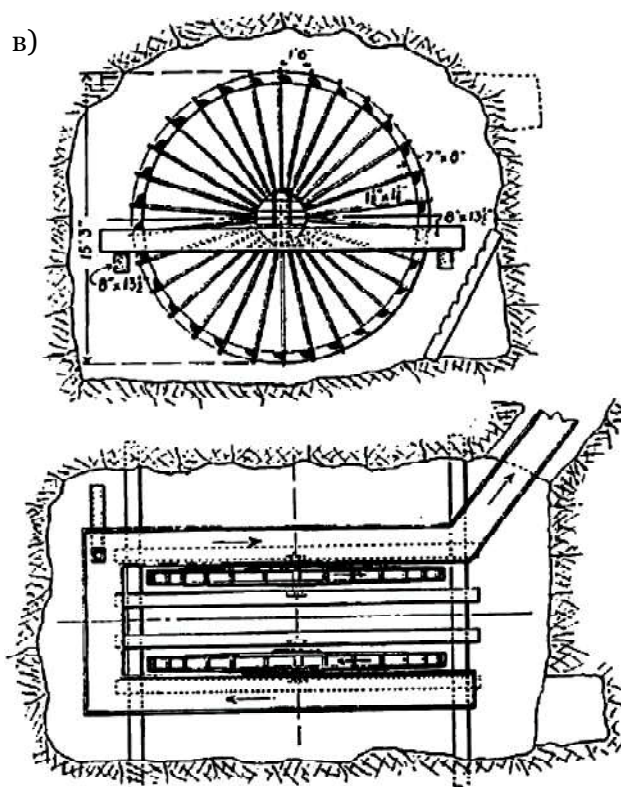


Рис. 3.44 - Схеми водовідливних пристроїв, що використовувалися на римських копальнях в Іспанії: а - архімедів гвинт; б, в - водовідливні колеса та їх розташування

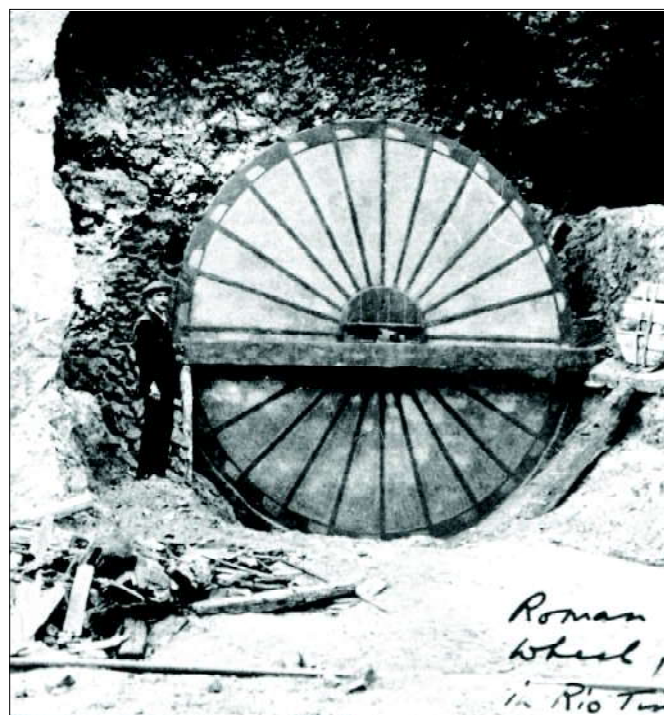


Рис. 3.46 - Реконструйоване давнє водовідливне колесо в камері рудника Ріо Тінто (світлина другої половини XIX ст.). Історичний архів музею Ріо Тінто

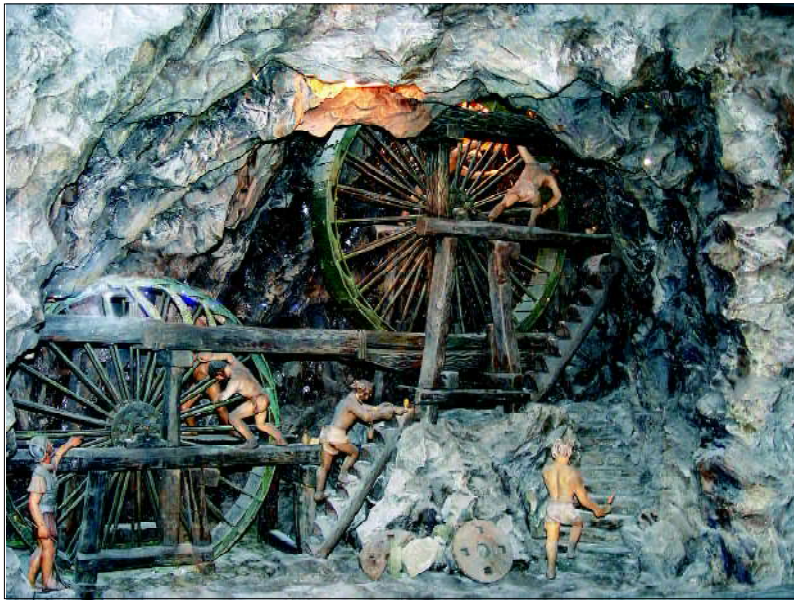


Рис. 3.47 - Праця рабів на водовідливних колесах (модель-реконструкція). Німецький гірничий музей у Бохумі

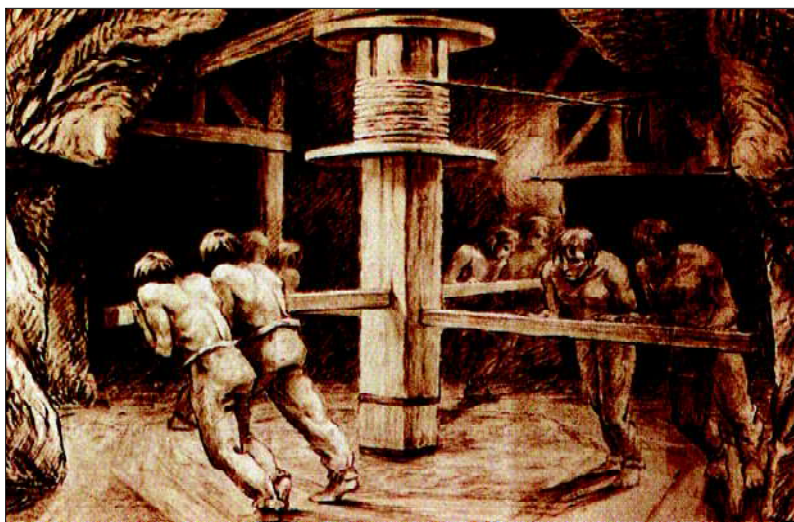


Рис. 3.48 - Ручний підйомний коловорот

численних водовідливних пристроїв римського часу (рис. 3.45, 3.46). Такі колеса, діаметр яких становив понад 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 більше 40 м. Слід відзначити, що силовим рушієм усіх цих машин були люди. М'язова сила рабів забезпечувала рух водовідливних і підйомних пристроїв (рис. 3.47, 3.48). 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.

Не зважаючи на величезну концентрацію трудових ресурсів на Півдні Іспанії, обсяги видобутку не задовольняли непомірні 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 (рис. 3.49). 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 штولень, довжина яких вимірювалась десятками метрів (в окремих випадках 200 - 300 м). Штольні розміщували на відстані 10 - 15 м одна від одної, утворюючи фронт розробки шириною близько 150 м. Виробки збивали між собою сполучними ходами, залишаючи при цьому цілики мінімально можливих розмірів. Наступний етап - обвалювання виробок і руйнування гірського масиву, для чого у виробках підрубували опорні стояки, а водні потоки спрямовували в шахтні стовбури, що призводило до розмивання ціликів і "осідання" породного масиву. На породний обвал із розташованих на вершині гори резервуарів знову скидали водний потік, який розмивав і захоплював з собою уламки порід. Збираючи уламкові продукти у спеціально створених ровах, за допомогою шліхової технології промивання відділяли крупинки золота від пустої породи. Описані гідрокомплекси рим-

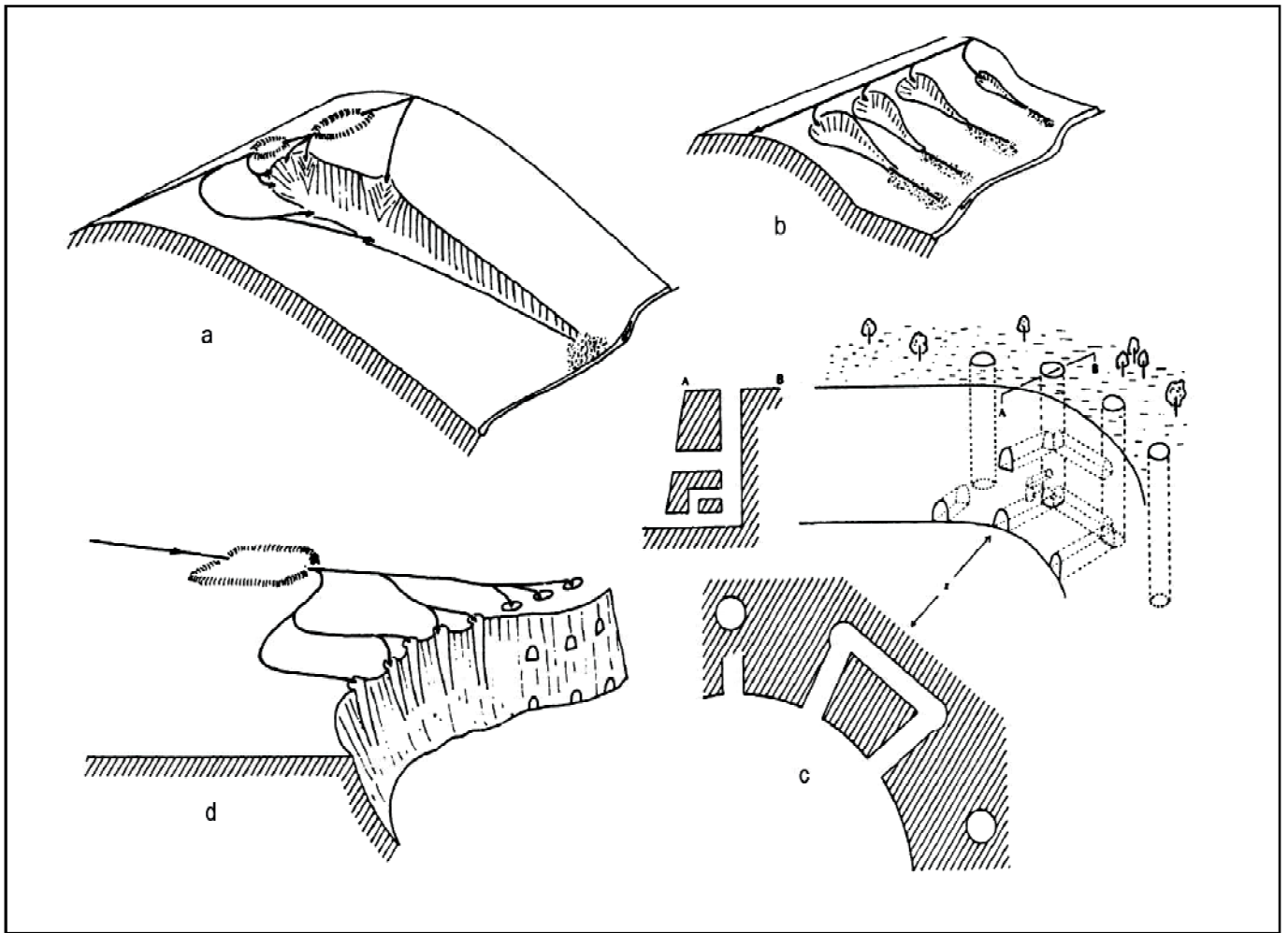


Рис. 3.49 - Схема-реконструкція римського способу розробки (за К. Домергье)

ляв дістали назву "аругії" ("arrugias").

Перші аругії включали руйнування масиву за допомогою підземної розробки гірського масиву 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 ріки з гірських вершин, іноді з відстані сотні миль. І тут тисяча робіт! Скат повинен 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 напрямом. Там, де звичайна людина не знаходить місця, щоб поставити ногу, вони проводять ріки.

Мулиста вода невідгідна для промивання

золота; мул цей називають уріум. Щоб уникнути уріуму, водопровідні канали прокладають скелями й каменями. На початку скату, з краю гори викопують басейни шириною 200 ступнів і глибиною 10; вони мають п'ять шлюзів розміром з 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 ХІХ ст., коли були віднайдені записи Плінія, їх визнали вигадкою, оскільки масштаби описаних гірничих робіт здавалися неймовірними. Дослідження районів давніх арругій, проведені у ХХ ст. (К. Домергуе, Р. Матіас та ін.), а також супутникові та аерофотознімки залишків гідравлічних розробок (рис.3.50), підтвердили достовірність застосування "римського способу".

Найбільш вартим уваги прикладом римських аругій (рис. 3.51) залишаються розробки в Лас Медулас (провінція Леон, Північно-Західна Іспанія). Вони є залишками системи з 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 (рис. 3.52), а в окремих випадках проходив крізь скелі, що потребувало спорудження тунелів (рис. 3.53). Римський спосіб отримав в Лас Медулас романтичну назву "затишшя перед бурєю". "Затишшя" відповідало періоду накопичення води в резервуарах, а "буря" - стрімкому скиданню води. Перше спорожнення резервуарів забезпечувало змивання порід поверхні й відслонення жильних родовищ.

130

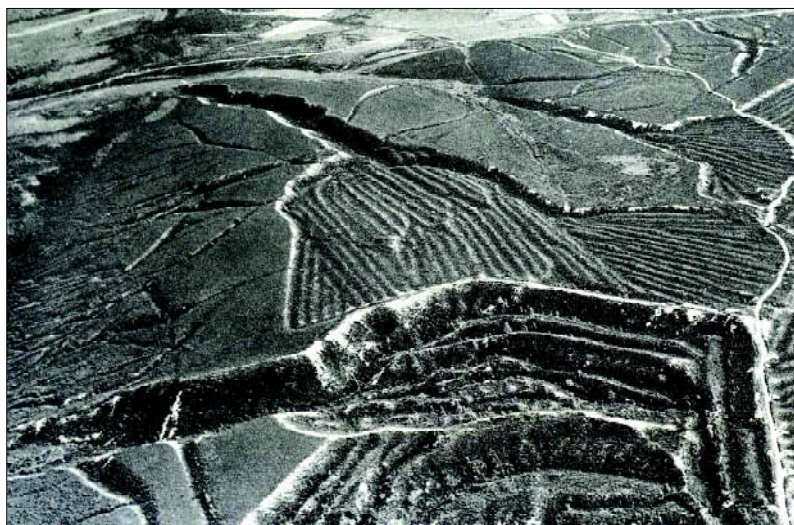


Рис. 3.50 - Вигляд резервуарів-накопичувачів на гірському плато та системи штучних ровів для руху води й уламкового матеріалу (Лас Оманьяс)

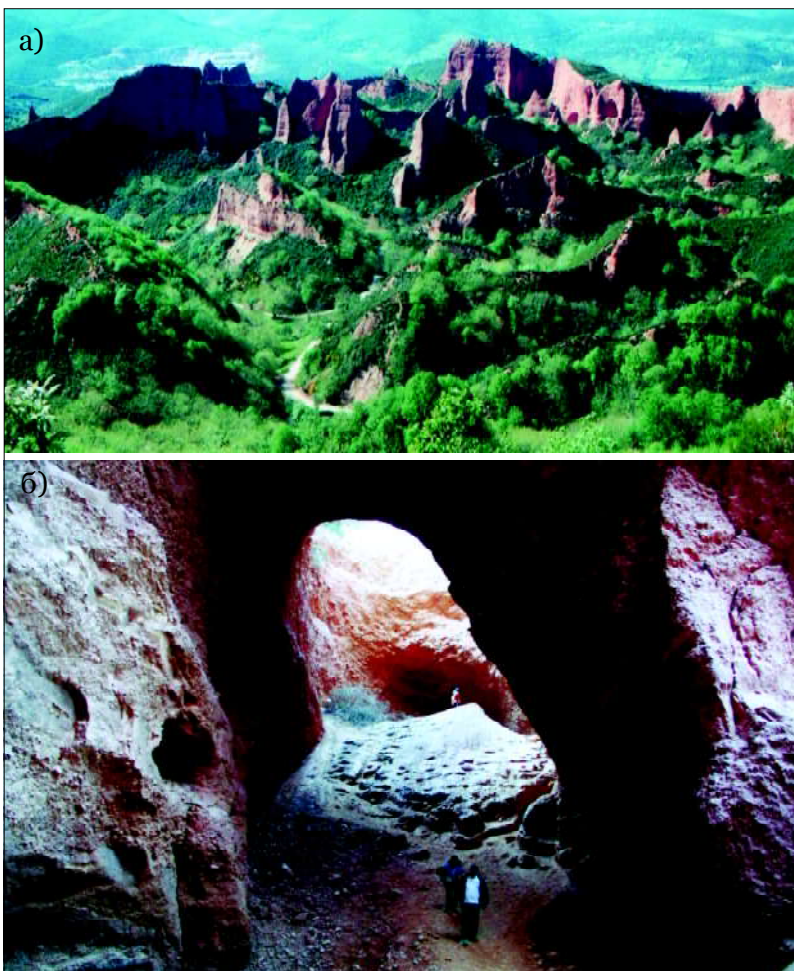


Рис. 3.51 - Сліди руйнування й розмиву золотовмісних гірських масивів, залишені гідравлічними розробками римлян у Лас Медулас



Рис. 3.52 - Вигляд штучних каналів для подавання води в резервуари-накопичувачі. Лас Медулас, провінція Леон, Іспанія



Рис. 3.53 - Гірничі виробки, споруджені римлянами, - траси водопостачальних каналів у Лас Медулас

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 в 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'єми зруйнованих порід сягали на північному заході Іспанії близько 500 млн. м³ і забезпечили видобуток більше 1,5 тис. т золота!

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

Характерним зразком римських аругій є також розробки золота в **Долокоті** (Огофау) у Південному Уельсі. Етапи розвитку комбінованих гірничих робіт на цьому родовищі наведено на рис. 3.54. Залишились 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, краще за інших 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 (рис. 3.55). 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 поліметалічними рудами Трансільванію. У Залатні було утворене римське управління золотими

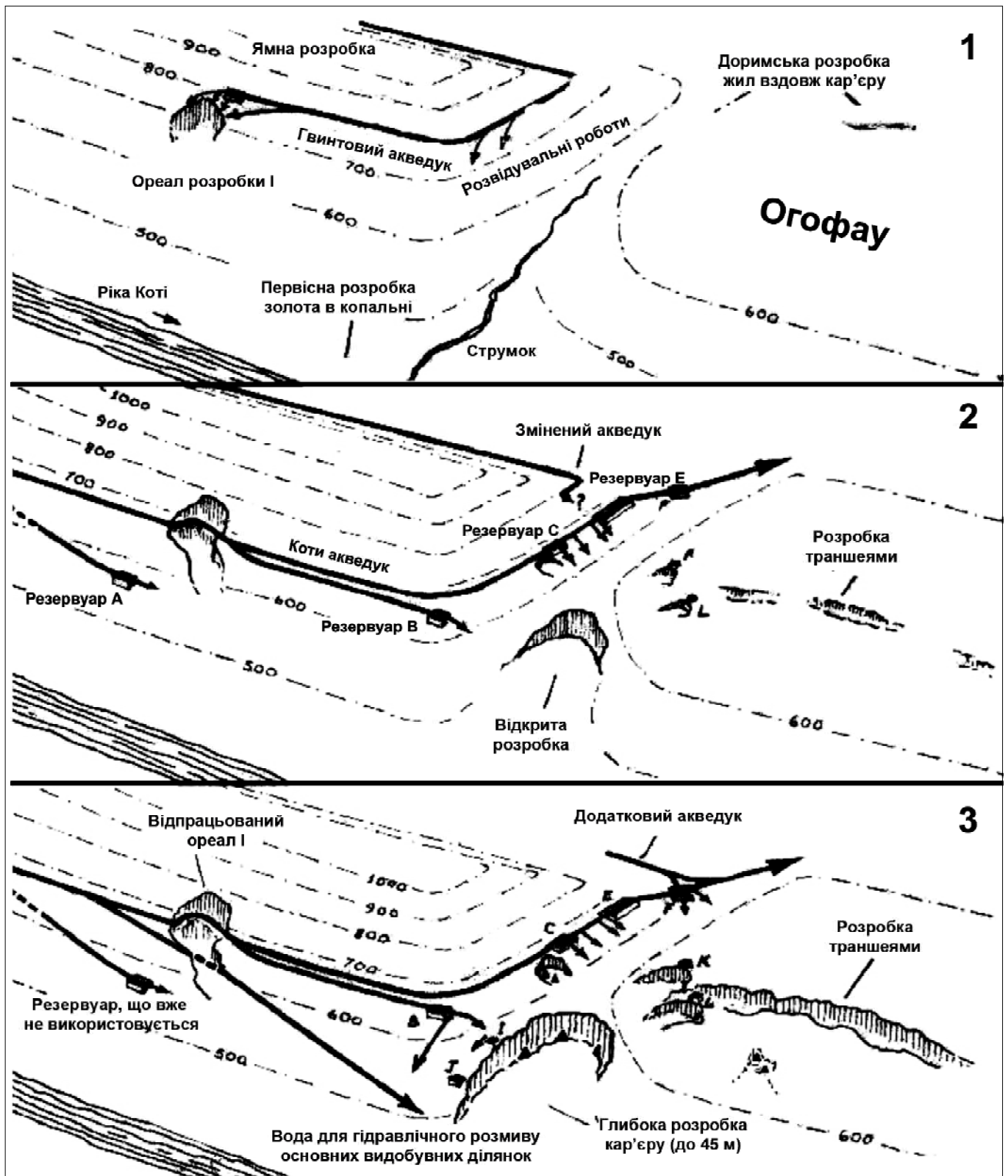


Рис. 3.54 - Схема римської розробки родовища Долокоті, Великобританія



Рис. 3.55 - Кам'яна плита з текстом, що відображує право римської окупації.
Рудник Еміліанус (Саар, Німеччина)



Рис. 3.56 - Золоторудний кар'єр Рошія-Монтане, Румунія

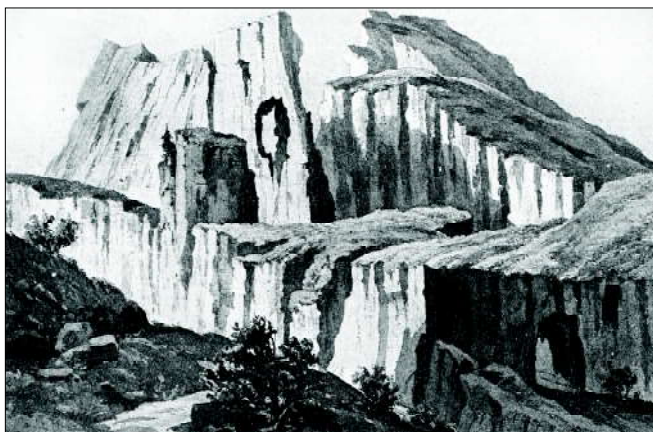


Рис. 3.57 - Сліди римських розробок у Верошпатаці.
Малюнок XIX ст. (за В. Борхерсом)

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. (рис. 3.56). Тут були виявлені сліди значних гірничих робіт римського часу (рис. 3.57, рис. 3.58), а у виробках знайдені численні знаряддя праці гірників і чудово збережені глиняні світильники, прикрашені зображенням сови (рис. 3.59).

В.І. Вернадський, характеризуючи найпотужніші родовища, що давали золото і срібло протягом багатьох сторіч, визначив штокверк Вереспатак таким, що *"весь час давав електрику разом із самородним золотом"*. Це родовище успішно експлуатувалося даками задовго до римлян. Після 106 р. (захоплення Римом) воно дало більше 250 т золота. Видобуток золота й срібла в Трансільванії вели також в районі Байя-Маре, де працював монетний двір, причому римські золоті монети Дакії (рис. 3.60) були відомі на просторах усієї імперії.

У I ст. нашої ери одним із римських центрів видобутку золота стають Боснійські рудні гори. Серед найбільш багатих родовищ відзначають гору Далмацію, рудники якої інтенсивно експлуатувались близько 50 років. Вважають (Х. Квірінг), що саме тут уперше в Європі було використано спосіб амальгамації (вилучення золота з рудного концентрату за допомогою ртуті)². 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 вченим. Її згадують у своїх працях Аристотель, Теофраст,

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

² Світова першість у видобутку кіноварі й використанні металевої ртуті для медичних потреб і для амальгамації золота належить Китаю.



Рис. 3.58 - Гірничі виробки римських часів у Верошпатаці. Добре збереглися сходи похилої виробки та водовідливна канавка у штреку

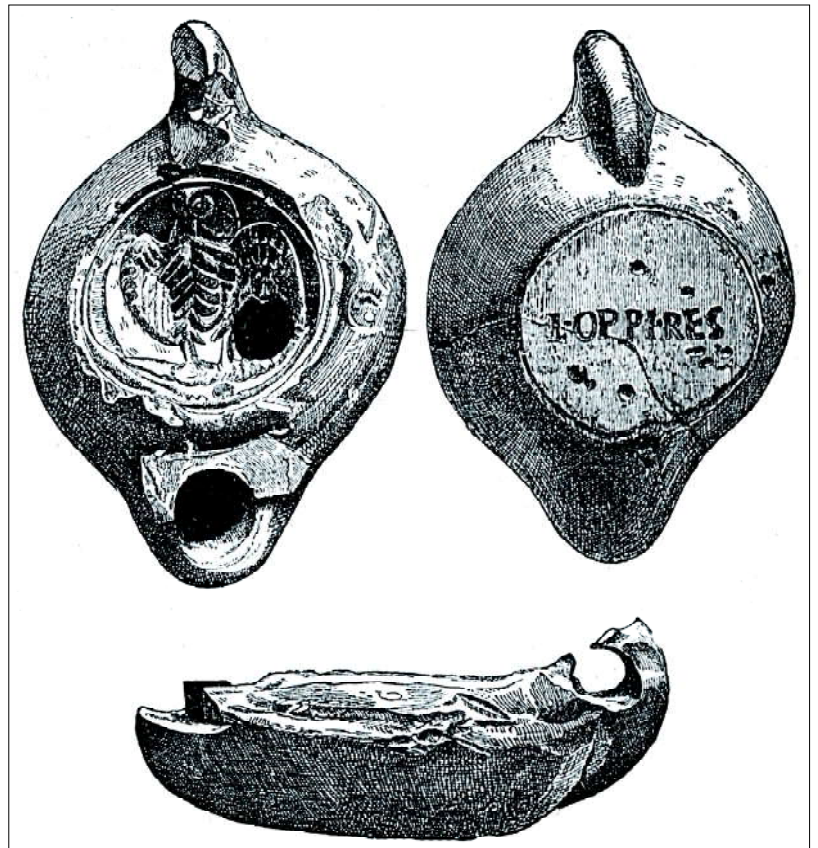


Рис. 3.59 - Римські глиняні лампи з виробок Верошпатака



Рис. 3.60 - Золоті монети, карбовані римлянами в Дакії



Рис. 3.61 - Реконструкція давніх гірничих робіт. Туристична траса рудника Альмаден, Іспанія

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 (рис. 3.61 - 3.62). 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 підшву експлуатаційних виробок, так і вмісні руди (кіновар). Протягом багатьох сторіч альмаденські рудні були єдиним у Європі місцем промислової розробки ртуті¹ (майже безпрецедентний випадок в історії гірництва), що свідчить про



Рис. 3.62 - Зустріч давнього і сучасного гірництва на руднику Альмаден

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 технологія купеляції (відділення срібла від свинцю й домішок у процесі окиснювального плавлення), що сприяло масштабній розробці свинцево-срібних руд (рис. 3.63).

Підбиваючи підсумок гірничої діяльності Римської Імперії, можна відзначити, що на поліметалічних рудниках постійно було задіяно до 80 тис. гірників (переважно рабів). Обсяги вироблення свинцю щорічно 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 свідчить, 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.

¹ 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 кіновари. Непрямим свідченням цього може служити походження грецької назви кіновари - "канабарі" від скіфської "кенабіс".

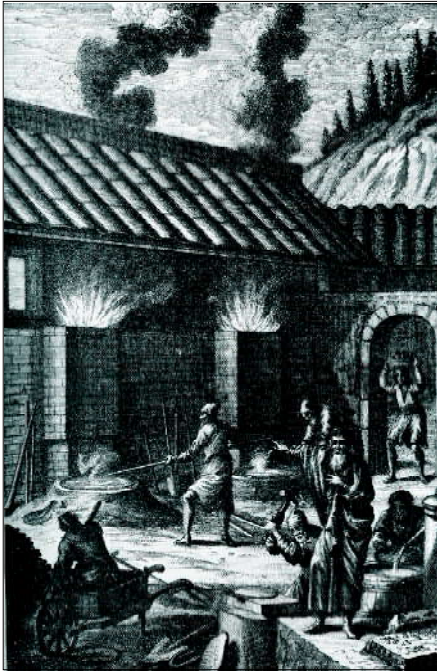


Рис. 3.63 - Виплавлення руд благородних металів у давніх культурних народів (із книги І. Шейхцера "Сакральна фізика")

Його концентрація в 4 рази 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 зловбодених 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.

Підсумки

1. Отримання й застосування заліза - видатне досягнення людства, що значним чином визначило подальші технологічні шляхи розвитку цивілізації, стало можливим завдяки розвитку гірничо-металургійної діяльності попередньої епохи, гіпотетично - як результат пошуків заміника олова у бронзових сплавах, тобто перше залізо вийшло з мідеплавильної печі. Початки металургії заліза відносять до XVII - XVI ст. до Р.Х. (Південно-Східне Причорномор'я), хоча широке розповсюдження залізних виробів ойкуменою відбувалося значно пізніше - у IX - VII ст. до Р.Х. (значною мірою завдяки металургії кельтів, а пізніше - германців і слов'ян). Завдяки значному поширенню залізородних родовищ і легкодосяжності поверхневих покладів лугових та озерних руд бурого залізняка, залізо стало найбільш доступним і дешевим виробничим металом, що сприяло масовому виробництву знарядь праці, які вможливили інтенсивний розвиток землеробства й визначили відомі суспільні перетворення I тис. до Р.Х.

2. Майже одночасно із західним, європейським вектором освоєння заліза утворився потужний східний напрям, який дав світу найбільш якісну збройову сталь й унікальні вироби холодної зброї. Індія була засновницею технології виготовлення особливо міцних та пружних сталей ("вутц" або "булат"), які відрізнялися характерними візерунками, що утворювались за багаторазового перековування шарів сталі з різним хімічним складом. Індія однією з перших країн почала використовувати залізні балки як будівельні конструкції, розв'язувала проблеми корозії металу. У Китаї перші залізні вироби з'явилися у 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. У подальшому більшість основних технологій металургії заліза народжувалися саме в Китаї, і лише за декілька століть їх "відкривали" в Європі.

3. Поряд із виробничими металами в античну добу помітно поширюється видобуток благородних - золота, срібла, електруму. Одночасно з традиційним використанням у вигляді коштовностей і предметів містичних культів благородні метали починають виконувати роль зручних грошей, обіг яких сприяв різкому зростанню торгівлі народів Середземномор'я (карбування перших монет відбулося в Лідії в VII ст. до Р.Х.) і країн Сходу. Видобуток "валютних металів" сприяв розквіту держав з багатими надрами (наприклад - Афін під час масштабних розробок срібних руд Лавріону) і був причиною багатьох загарбницьких війн часів античності (зокрема Пунічних - за право володіння рудниками Іспанії).