

Г. Гайко, В. Білецький

ІСТОРІЯ ГІРНИЦТВА



Київ - Алчевськ
Видавничий дім
«Києво-Могилянська академія»
Видавництво «ЛАДО»
Донбаського державного технічного університету
2013



УДК 622 (09)
ББК И 11/18г
Г12

Рецензенти:

Бондаренко В.І. - доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України, завідувач кафедри підземної розробки родовищ Національного гірничого університету;

Кравець В.Г. - доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри геобудівництва та гірничих технологій НТУ "Київський політехнічний інститут";

Отроценко В.В. - доктор історичних наук, професор, Лауреат Державної премії України, завідувач відділу енеоліту-бронзи Інституту археології НАНУ, професор НУ "Києво-Могилянська академія"

*Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України
як підручник для студентів напряму "Гірництво"
(Лист №1/11-7261 від 19.04.2013)*

Гайко Г.І.

Історія гірництва: Підручник/Г.І. Гайко, В.С. Білецький. - Київ-Алчевськ: Видавничий дім "Києво-Могилянська академія", видавництво "ЛАДО" ДонДТУ, 2013. - 542 с.

ISBN 978-966-518-616-8

ISBN 978-966-310-308-2

З системних позицій, у хронологічній послідовності розкриті основні етапи світової історії гірництва, починаючи від кам'яної доби і до початку індустріальної епохи. Розглянута історична географія освоєння різноманітних корисних копалин, описані найважливіші центри старовинного гірничого промислу, показані шляхи становлення й подальшого розвитку гірничих і металургійних технологій, розкрито вплив гірничої діяльності на перебіг історичних процесів, культурний і технологічний поступ людства. Окремий розділ присвячено розвитку гірництва в Україні. Текст супроводжується багатим ілюстративним матеріалом.

Для студентів та викладачів гірничих і металургійних спеціальностей, а також усіх, хто цікавиться історією техніки й інженерної діяльності, виробничою археологією, культурною спадщиною гірників.

На обкладинці - пам'ятник гірничій лампі в Морсі, Північний Рейн-Вестфалія (Німеччина)

ISBN 978-966-518-616-8

ISBN 978-966-310-308-2

© Г.І. Гайко, В.С. Білецький, 2013

© Видавничий дім

"Києво-Могилянська академія", 2013

© Видавництво "ЛАДО" ДонДТУ, 2013

© Донецьке відділення НТШ, 2013

Переднє слово

"На руку гірника спирається увесь світ".

Англійське прислів'я.

Історія людства - це, значною мірою, історія виробництва. Військова і політична історія дедалі більше поступаються погляду на минуле з позицій політехнізму, розкриваючи зусилля мільйонів безіменних і "титолованих" трудівників у створенні безпечних і якісних умов життя, підвищенні продуктивності своєї праці шляхом удосконалення знарядь і технологій. Прикметно, що вихідним пунктом, який забезпечив можливості технологічного розвитку цивілізації, було освоєння земних надр і використання корисних копалин. Важко перебільшити роль гірництва у створенні сировинної бази матеріальної культури, зародженні та поступі технічного прогресу, утворенні грошово-фінансової системи, освоєнні нових земель. Помітний його вплив на суспільно-політичні перетворення й розвиток освіти та науки. Усе це робить історію гірництва важливим чинником як для більш повного розуміння загальних історичних процесів, так і для усвідомлення особливостей еволюції техніки.

Позитивні зміни в цілях і змісті застосування історичних курсів у технічних університетах, що з'явилися в європейському освітньому просторі протягом останніх десятиріч, значною мірою пов'язані з вивченням історії інженерної діяльності, зокрема - історії гірництва. Відповідна навчальна дисципліна дає можливість досягнути таку широку й різноманітну діяльність як гірництво цілісно, у просторовому (географічному), історичному та технологічному вимірах, інтегруючи в собі здобутки інженерних, природничих та гуманітарних наук.

Серед тих, хто розпочав розробку й викладання подібних дисциплін (зокрема "Історії геологічних знань") був перший Президент Української Академії наук Володимир Вернадський. Він багато років очолював Комісію з історії знань Академії наук, неодноразово звертався до історії гірництва та геології у своїх працях, вбачаючи велику значущість цього напрямку для розвитку науки та вищої освіти. Сучасне повернення до поглибленого вивчення історії знань у вищій технічній школі ще раз підкреслює справедливість

думки видатного вченого: "Наукове вивчення минулого, в тому числі й наукової мислі, окрім його значення як пошуку істини, завжди приводить до усвідомлення нового, що може стати величезною духовною цінністю в житті людини".

Перший вітчизняний підручник з "Історії гірництва" за авторством професорів Г. Гайка та В. Білецького є змістовним кроком у напрямку гуманітаризації вищої інженерної освіти. Авторами за останнє десятиріччя опубліковано кілька монографій та науково-популярних книг, а також серія статей у "Малій гірничій енциклопедії", які значною мірою узагальнили світовий історичний досвід освоєння земних надр і підготували основу для написання ґрунтовної навчальної книги. Варто уваги, що робота над підручником включала не тільки аналіз численних вітчизняних та зарубіжних джерел (у тому числі стародруків), а спиралась на безпосереднє знайомство авторів з багатьма давніми рудниками та видатними музейними пам'ятками європейського гірництва, на археологічні та інженерні дослідження історичних гірничих об'єктів, на міжнародний науковий обмін, а також на багаторічний викладацький досвід авторів.

Авторська концепція розглядає гірництво як невід'ємну частину культури нашої технологічної цивілізації й відображає його роль на різних етапах розвитку суспільства. На відміну від подібних навчальних книг зарубіжних авторів, які зосереджували основну увагу здебільшого на розвитку гірничої справи своєї країни, основний зміст нового підручника спрямований на відображення світової історії гірництва, при цьому освоєння надр України органічно вписано у світовий історичний контекст. Такий підхід виключає штучну ізоляцію країн від загальних процесів історії гірництва, дозволяє простежити сталі зв'язки між гірничодобувними регіонами світу, "дифузії" традицій, знань і технологій, значно підвищує можливості наукових узагальнень. Слід також пам'ятати, що потужні рудні родовища багаторазово ставали метою експансії різних держав і протягом тривалої розробки кількарізово змінювали своє "політичне

громадянство", а їх освоєння поєднувало зусилля різних народів.

Підручник складається з дев'яти розділів, викладених у хронологічній послідовності. Вони дають системне уявлення про історичну географію освоєння земних надр, відповідають на питання "де?" і "коли?" формувалися основні центри видобутку корисних копалин, розкривають причиново-наслідкові зв'язки їх розвитку, залежності між гірництвом і загальнокультурними прагненнями тієї чи іншої епохи, відображають характерні суспільні та економічні умови різних історичних періодів. Описи знаменитих рудників і металургійних центрів супроводжуються стислою геологічною та гірничотехнічною інформацією.

Особливу увагу автори приділяють важливим питанням виникнення та розвою способів розробки корисних копалин, удосконаленню базових гірничих і металургійних технологій. Це дозволяє простежити, як у різні часи вирішувались найскладніші інженерні завдання, пов'язані з руйнуванням гірських порід, проведенням і кріпленням виробок, вентиляцією та водовідливом, транспортом і підйомом корисних копалин на поверхню, їх збагаченням тощо. Прикметно, що знання історії техніки перебувають у складній взаємодії з новими науковими результатами, а найкраще зі старого переходить у нове й збільшує його перспективи. Іноді підзабуті старі ідеї знову відроджуються на новому технічному рівні (або на базі нової енергоозброєності) та дістають начебто друге життя, але в іншому, більш досконалому вигляді. Це уможливорює втілення досвіду минулого в нових розробках.

Окремий розділ - "Розвиток гірництва в Україні" розкриває основні події, пов'язані з видобутком корисних копалин на українських землях. Цілком природним є підвищений інтерес людини до найближчого оточення, до історичних звершень свого народу. Автори розкривають цікаві, маловідомі факти розвитку давнього та середньовічного гірництва, надають об'єктивні відомості про відкриття та освоєння Донецького вугільного та Криворізького залізорудного басейнів, потужних соляних, ртутних, марганцевих і нафтових родовищ України, описують становлення гірничої науки та освіти.

Розроблені авторами структура і зміст підручника дозволили узагальнити й систематизувати величезний обсяг різноманітної інформації у достатньо стислій, зручній для користування формі. Значно покращує сприйняття навчального матеріалу багатий ілюстративний матеріал книги, представлений численними картинками й гравюрами відомих художників, фрагментами старовинних книг, малюнками-реконструкціями, схемами, фотографіями (загальною кількістю - понад 800). Така наочність долучає читача до багатой культурної спадщини гірників минулого.

Крім суто навчальних цілей, підручник Г. Гайка та В. Білецького сприяє, так би мовити, "вихованню почуттів" і людських емоцій, формуванню позитивного ставлення до професії гірника. Читач цієї книги, відчуваючи зв'язок багатьох поколінь, осягаючи досвід гірників, що пішли в далеке минуле, ніби проймається особистою відповідальністю за історичну гірничу спадщину, стає розважливішим і мудрішим у справі її збереження та примноження.

Президент Академії гірничих наук України

Володимир Бизов

Авторська передмова

*"Із стародавніх чудесних каменів складіть
східці прийдешнього"*

М. Періх.

Справжній спеціаліст повинен знати історію справи, якій він служить. Тому навчальна дисципліна "Історія гірництва" є однією з важливих складових підготовки гірничого інженера і являє собою дидактично обгрунтовану систему знань про розвиток гірничої діяльності, техніки й технологій у відповідних умовах усталених історичних періодів, починаючи з кам'яної доби й закінчуючи індустріальною епохою. Предмет вивчення - це історія освоєння родовищ корисних копалин на різних фазах суспільного розвитку, взаємовпливи й причиново-наслідкові зв'язки технічного й суспільного поступу, а також етапи еволюції гірничої техніки (технології) та становлення гірничої науки. Мета опанування дисципліни спирається на гуманітаризацію вищої технічної освіти й полягає у формуванні чіткого й цілісного уявлення про гірничу діяльність на шляхах історичного, культурного та технічного розвитку.

Упродовж тисячоліть гірництво як виробнича галузь діяльності 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 цілісності гірничої діяльності в часі та просторі, задля кращого розуміння її теперішнього й прийдешнього, збереження культурної спадщини гірників минулого стало рушієм нашої праці над "Історією гірництва".

Через призму гірничої діяльності автори розглядають історію самого людства, становлення цивілізованого суспільства, освоєння нових земель, розвиток техніки й технологій, економіки та промисловості, науки та культури. Простежено поступ ціннісних орієнтирів людини, які зазнають реальних змін під впливом поліпшення матеріальних умов життя, інтелектуального і суспільно-політичного розвитку. Історія гірництва - це дзеркало багатьох проявів людської практики й людського інтелекту під час вирішення

найбільш складних інженерних завдань людства, тло, на якому відбувалося відображення звичаїв, правил поведінки, суспільних свобод, що уособлювали собою підсумок історичного досвіду та зародки майбутніх змін на краще.

Ретроспективний ілюстрований огляд і аналіз пам'яток гірництва та дотичних практик (передовсім - металургії), який здійснено в цій роботі, охоплює майже всі континенти, але в першу чергу акцентує увагу на європейських здобутках. Матеріал викладено в хронологічній послідовності: кам'яна доба - вік міді (бронзи) - вік раннього заліза - епоха середньовіччя - епоха Великих географічних відкриттів - доба промислової революції. У окремих розділах висвітлені спеціальні теми: опанування перших металів; золоті й алмазні "лихоманки"; енергетичні мінеральні ресурси (зокрема, нафта й газ); культурна спадщина й традиції гірників тощо. Простежено також розвиток гірництва в Україні в контексті європейських і світових досягнень, чому присвячено окремий розділ.

Наведений у книзі багатий ілюстративний матеріал залучено як із відомих за більш ранніми виданнями джерел, так і ексклюзивний - зібраний авторами в численних наукових поїздках до різних країн і музеїв світу, а також наданий відомими археологами й дослідниками давніх рудників спеціально для цього видання (автори висловлюють щиру вдячність усім, хто сприяв інформаційному наповненню нашої праці).

Окремо треба сказати про джерельну базу, яка не має вітчизняних аналогів серед видань гірничої тематики й охоплює писемні джерела декількох тисячоліть - від "Пісні про Гільгамеша" (кінець III - початок II тис. до Р.Х.), де є згадки про золото, срібло, бітум, будівельні камені тощо, до архівних матеріалів, сучасних монографій і наукових статей - усього близько 500 позицій. Рекомендуємо використовувати цю літературу для поглибленого вивчення розглянутих питань, підготовки рефератів і наукових розвідок.

Працюючи над джерелами, не можна було

оминути праці "батька історії" Геродота, який у своїх описах країн багаторазово звертався до гірничої справи, яку розвивали ті чи ті народи. Використано також трактат Теофраста "Про камені", де подані геологічні знання античного суспільства IV ст. до Р.Х. Залучена філософсько-пізнавальна поема "Про природу речей" Тіта Лукреція Кара, римського поета I ст. до Р.Х., яка підкреслює важливість відкриття й розробки родовищ металів у загальній історії людства. Особливої уваги заслуговує праця "Природнича історія" Гая Плінія Секунда, який подає ґрунтовну картину розвитку гірництва античності (33 і 34 книги). "Географія" Страбона теж належить до фундаментальних праць цієї доби - у 17 книгах він описав між іншим і досвід гірничої справи в кількох країнах світу. У 10-й книзі багатотомної праці "Про архітектуру" римського архітектора та інженера Вітрувія (друга половина I ст. до Р.Х.) описані блоки, поліспасти, вантажопідіймальні машини, водяні колеса і млини, поршневий насос, водяний гвинт та інші механізми, що застосовувались у гірництві, окремо розглянуті питання вентиляції копалень.

Епоха середньовіччя відображена перш за все працями арабських учених, які залишили численні свідчення про освоєння надр країн Сходу. Відзначимо наукові трактати філософа Ібн-Сіні (Авіцені, X-XI ст.), а також фундаментальну працю хорезмського енциклопедиста Аль Біруні "Мінералогія" (XI ст.). Готуючи це видання, ми, звісно, широко використали літературно-наукову пам'ятку середніх віків - твір німецького вченого Георгіуса Аґріколи - "De Re Metallica" ("Про гірництво та металургію", 1556 р.). Це - перша енциклопедія гірничої справи, яка підбила підсумок середньовічного європейського досвіду з видобування руд та плавлення різноманітних металів. Чудово ілюстрована праця Аґріколи протягом більше ніж двох віків була основним практичним і навчальним посібником для рудокопів усього світу. Крім того, залучена його менш відома праця "De veteribus et novis metallum" ("Про родовища й рудники в старий і новий час", 1546 р.), яка є першою спробою подати узагальнену історію світового гірництва. Концептуальний підхід до цієї роботи - "гірництво без меж і кордонів", був

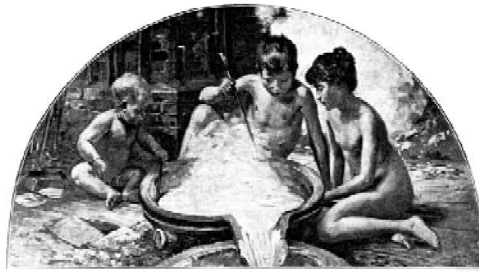
використаний і під час написання підручника, який ви зараз тримаєте в руках.

До аналізу залучені також праці попередників і сучасників Аґріколи - італійського інженера В. Бірінгуччо, автора трактату "Про піротехніку" (1540 р.), німецького вченого С. Мюнстера, автора великої праці "Космографія" (1544 р.), а також "Швацька гірничка книга" (1556 р.). У роботах славного інженера й художника Леонардо да Вінчі також зустрічаємо оригінальні розробки нової гірничої техніки, зокрема бура для дослідження надр, екскаватора-драглайна, водовідливної техніки, що знайшло відображення на сторінках роботи.

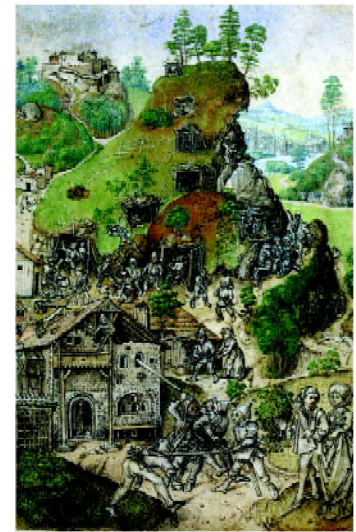
Серед більш пізніх авторів назвемо "Абриси" В. де Генніна (1734 р.), праці основоположника російської науки Михайла Ломоносова (зокрема "Перші основи гірничої науки", 1742 р. і "Перші основи металургії або рудних справ", 1763 р.), а також внесок українських вчених - професора Києво-Могилянської Колегії 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 в першу чергу 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 та епох. Автори поставили завдання узагальнити археологічні досягнення останніх десятиріч і викласти їх з позицій історії гірництва та металургії, формуючи їх цілісний образ для навчального процесу. Маємо надію, що це нам удалося.

Автори сподіваються, що підручник стане добрим помічником кожному, хто вивчає історію гірництва й інженерної діяльності, що він сприятиме формуванню суспільної свідомості, спрямованої на збереження й творче використання культурної спадщини гірників минулого, справа яких виразно вплинула на цивілізаційний поступ людства.



РОЗДІЛ I





1 Кам'яна доба

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

1.1 Початки видобутку та використання каменів і глин

*„Нехай земний і попідземний світ
Вщасливлюють у спілці людський рід”.*

Й. Гете „Фауст”

Тріада віків

Гірництво виникло в найдавніші часи життєдіяльності первісного суспільства й започаткувало розвиток технічної діяльності, першоджерелом якої були пошук, обробка та використання каменю. Більш ніж 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 було знайдено 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 слугували камені. 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 із каменю („кам'яна доба”). Схему знаменитої тріади віків (камінь, мідь, залізо) запропонував і теоретично обґрунтував 1836 року датський археолог, хранитель колекцій Копенгагенського археологічного музею Х. Томсен¹. 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 вчений Дж. Ліббок поділив кам'яну добу на більш дрібні епохи – палеоліт і неоліт, а згодом з 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 генетичних досліджень перші „справжні люди” з'явилися 2,5 – 3 млн. років тому в центральних і східних районах африканського

¹ Умовний поділ історії людства на епохи каменю, міді та заліза вперше запропонував ще у I ст. до Р.Х. вчений і письменник Давнього Китаю Юн Кан. На жаль, ці погляди протягом багатьох сторіч залишалися маловідомими широкому суспільному загалу, у тому числі й науковому.

континенту. Учені дали їм латинську назву *Homo habilis*, тобто „людина вмiла”. Ці найдавніші люди вмiли дробити й загострювати шматки каменю, щоб використовувати їх як знаряддя праці чи полювання. Розколоте й грубо оброблене каміння (так звані „ударники”) було знайдене 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 з'явилися у Східній Африці в епоху середнього плейстоцену і через Близький Схід заселили Євразію аж до Китаю. Поруч з рештками цих людей були виявлені нові типи кам'яних знарядь – двосторонні ручні рубила (плоскі оброблені камені 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 само воно було зроблене”. *Homo erectus* володів методами використання та 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 та обробки кам'яної сировини. Домінуючі позиції серед кам'яного матеріалу посів кремiнь, завдяки широкій розповсюженості та можливості утворювати при відколюванні гострий ріжучий край. З нього виготовляли рубила, сокири, скребки, ножі, наконечники (рис. 1.1). Разом із кременем видобували обсидіан (вулканічне скло), з якого виробляли найбільш якісну зброю і знаряддя полювання (рис. 1.2); пісковики, вапняки, кварцити (з них виготовляли ударники, молоти, товкачі, ступи тощо), яшми й нефрити

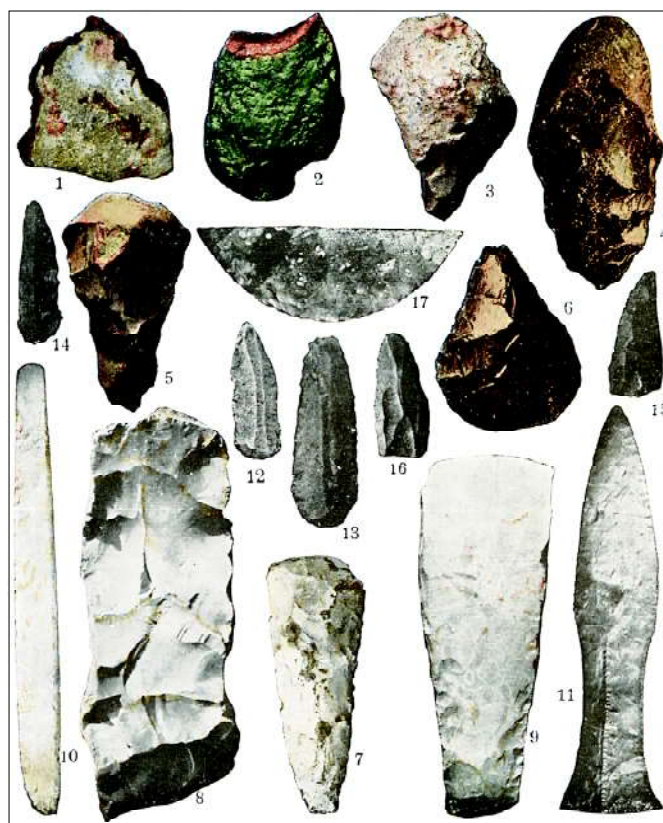


Рис. 1.1 – Кременеві знаряддя, знайдені на території Західної Європи: 1, 2 – скребки, 3–6 – рубила, 7–9 – сокири, 10 – долото, 11–16 – призматичні ножі (за Г. Кремером)



Рис. 1.2 – Найдавніша „збройова сировина” – обсидіан. Композиція Дж. Міллера

(різальне знаряддя, прикраси), пірит¹ (як кресало), гематит² (як мінеральна фарба) тощо.

Важливим досягненням *Homo sapiens*

¹ Назва „пірит” грецького походження й перекладається як „вогняний камiнь”. Лише в середині першого тисячоліття до Р.Х. кельти замінили пірит осталеним залізом, і в такому вигляді кресало проіснувало до винаходу сірників (1827 р.).

² „Гематит” з грецької – „кривавий камiнь”. Ця назва походить від характерного червоного кольору мінералу та фарб, виготовлених із нього.

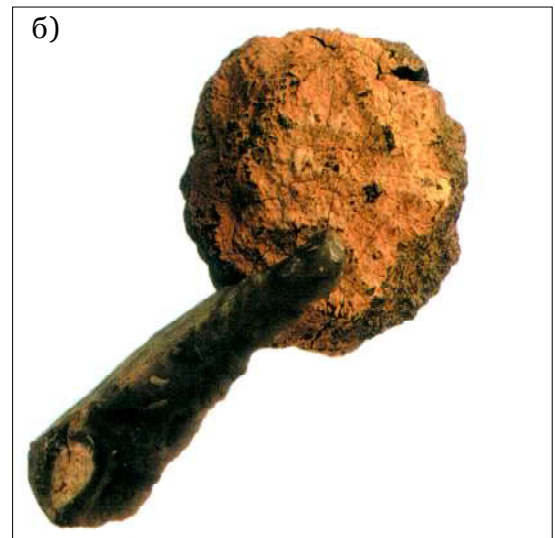


Рис. 1.3 – Використання вогню:

- а – білування здобичі кременевими ножами поблизу вогнища первісних людей (картина П. Жамена);
 б – давнє кресало з кременю й піриту (датовано XII тис. до Р.Х.)

стало розповсюджене вміння видобувати вогонь шляхом кресання кременя об пірит (рис. 1.3). Найстарші зі знайдених піритових кресал датують 40-м тисячоліттям до Р.Х. (Драконові печери поблизу Сент-Галена). Цей винахід помітно вможливив протистояння людини стихійним силам природи і сприяв розширенню зон пошуку руд піриту та інших мінералів.

Найдавніші розробки гематиту (червоного залізняку) зафіксовані у Свaziленді (т. зв. „Лєвова печера”) і датовані 41-м тисячоліттям до Р.Х. Залишки численних ямних розробок гематиту виявлені на території Франції та Угорщини (вік – близько 35 тис. років). Цей „кривавий камінь” видобували в епоху каменю для виготовлення мінеральної фарби, яку широко застосовували для проведення магiчних та обрядових дій протягом багатьох тисячоліть. Зокрема, в період неоліту в Південно-Східній Європі практикували обряд поховань з покриттям небіжчиків шаром червоної вохри (рис. 1.4), 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 каменю, відкривав нові можливості використання земних багатств.

Суттєві зміни способу життя давньої людини фіксуються в *мезоліті* (IX – VII тис. до Р.Х.), початок якого збігається з відступом з території Європи останнього материкового обмерзання (закінчення льодовикового періоду) та суттєвим пом’якшенням клімату. Свідченням



Рис. 1.4 – Застосування червоної вохри в катакомбному погребальному обряді (початок III тис. до Р.Х.). Степанівський курганний комплекс на Луганщині („Мергельна гряда”)



Рис. 1.5 – Знаряддя праці первісної людини. Гірничий музей Санкт-Петербурзького ДГУ

цих змін є помітне покращення обробки каменю (рис. 1.5), 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 (рис. 1.6, 1.7). У місцевостях, де кремень видобували великими кількостями виникали майстерні з його обробки (за термінологією археологів – „кам'яні кузні”, рис. 1.8). Вироби із кременю шляхом торгівельного обміну розповсюджувались на великі відстані. Концентрація населення в місцях видобутку кам'яної сировини потребувала такої кількості продуктів харчування, яка не могла бути забезпечена мисливством та збиранням диких плодів, що підсилювало мотивацію культивування корисних рослин та 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 протомісто виникло в середині VIII тис. до Р.Х. поблизу двох згаслих вулканів Кара-12



Рис. 1.6 – Виготовлення кременевих знарядь. Скульптурна композиція Т. Мая. Історико-археологічний музей у Островці Свентокшистському, Польща



Рис. 1.7 - В. Васнецов „Кам'яний вік” (фрагмент). На думку художника П. Чистякова: „Васнецов дійшов у цій картині до ясновидства”

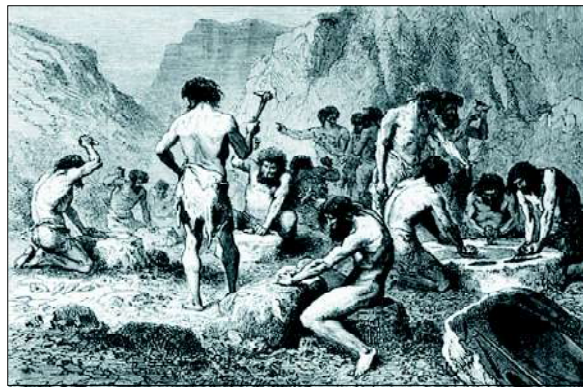


Рис. 1.8 – Первісна майстерня з обробки каменю



Рис. 1.9 – Макет-реконструкція протоміста Чатал-Гююк



Рис. 1.10 – Зображення поселення Чатал-Гююк, прилегло до вулканів Караджидаг і Гасандаг (оригінальний настінний розпис)

джидаг та Гасандаг (рис. 1.9, 1.10). Одним із основних занять населення був видобуток на схилах вулканів обсидіану (найкращої „збройної сировини” неоліту). Археологічні розкопки виявили запаси обсидіану в багатьох помешканнях, а також значну кількість якісних виробів з нього (у тому числі 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 значимість 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 був прийнятий спеціальний термін „обсидіанові шляхи”, що вказує на первісний зв’язок давнього гірництва з розвитком комунікацій і культурних контактів по всьому заселеному світу.

Перші гірничі виробки й копальні для видобування кременю

У VIII – VI тис. до Р.Х., коли поклади кременю на поверхні помітно вичерпались, а потреба в знаряддях праці суттєво збільшилась, почалася розробка кременю з невеликої глибини. Етапи видобутку кременю (рис. 1.11)

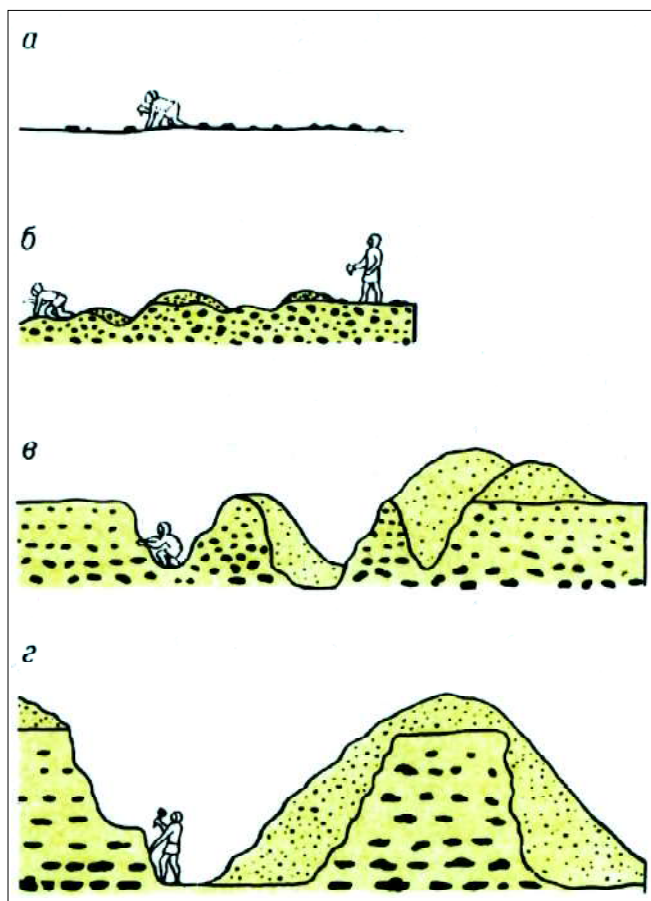


Рис. 1.11 – Ранні етапи видобутку кременю: а – збирання; б – викопування з поверхні; в – ямний спосіб; г – уступна розробка

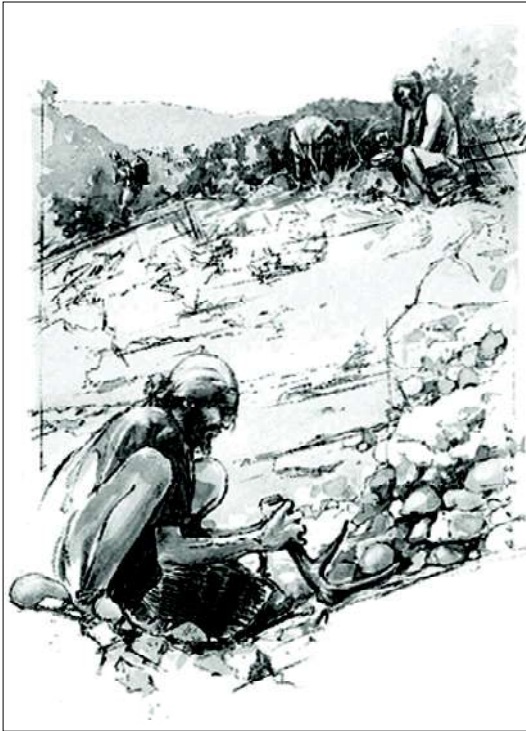


Рис. 1.12 – Викопування кременю з верхніх шарів ґрунту

включали: збирання та викопування з поверхні (рис. 1.12), відкрити (ямну й кар'єрну) та підземну розробку. Кожний етап змінювався іншим тільки тоді, коли якісний кремій 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 (рис. 1.13). Спочатку для добування кременевих конкрецій у байраках і крутих берегах річок робили ніші, які поглиблювали у штольні (рис. 1.14). Цей досвід поширювали

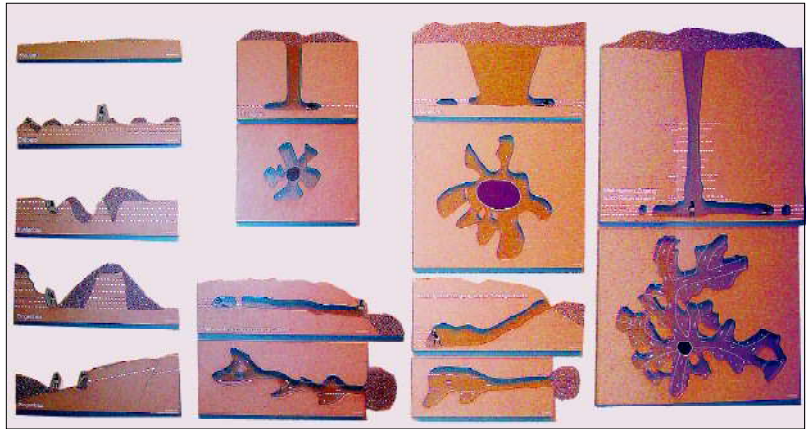


Рис. 1.13 – Давні схеми розкривання й підземної розробки кременевих покладів. Німецький гірничий музей у Бохумі

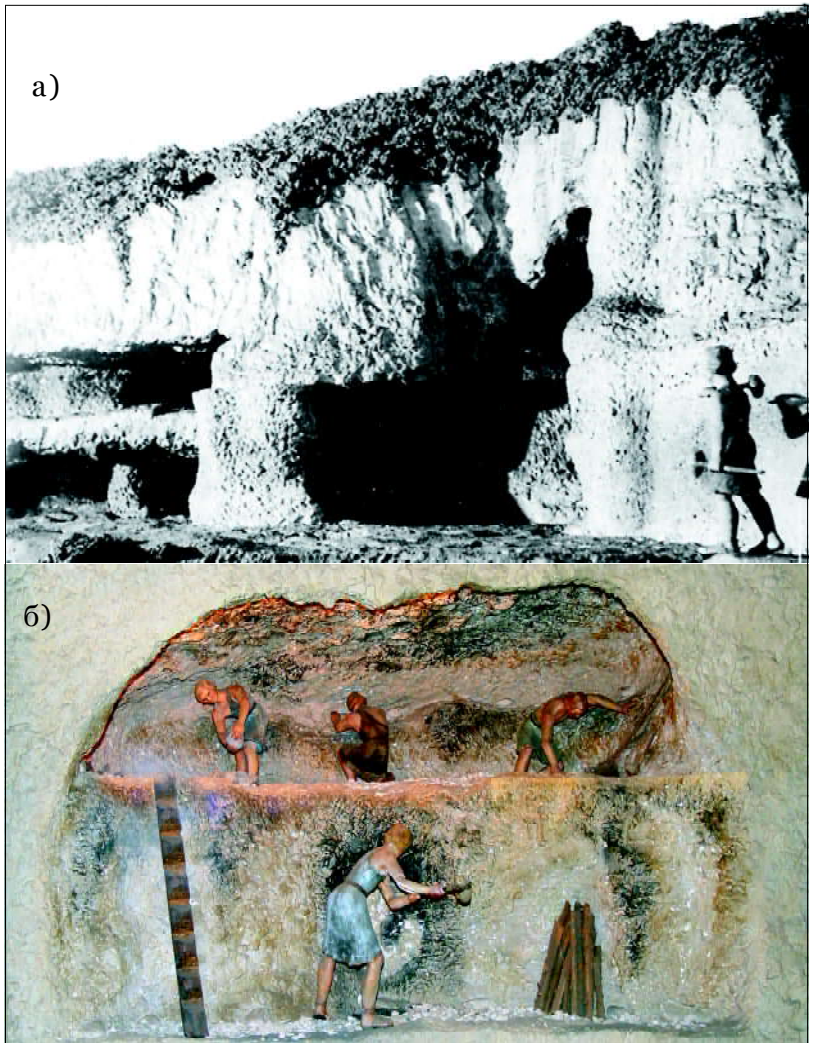


Рис. 1.14 – Макети-реконструкції розробок каменю нішами та штольнями: а – видобуток яшми в гірському масиві Кляйнкемса, Німеччина; б – двоярусний вибій штольні. Німецький гірничий музей у Бохумі

на гірські масиви, у яких, завдяки стійкості навколишніх порід, протяжність штолень сягала кількох десятків метрів.

Крім штолень, значне поширення дістають виробки шахтного (стовбурового) типу (рис. 1.15), походження яких пов'язано 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 працездатним, аніж спорудження стовбурів з віялом горизонтальних добувних виробок (рис. 1.16).

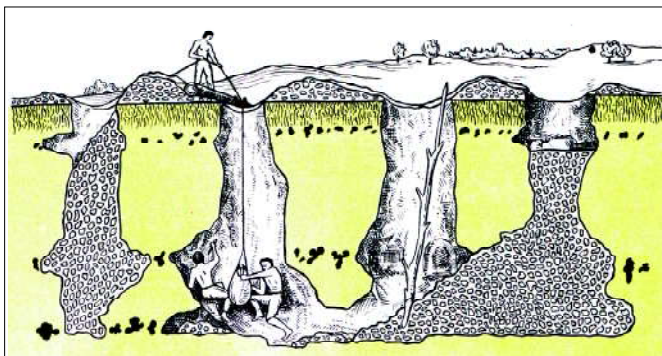


Рис. 1.15 – Розробка покладів кременю стовбурами. Район Красного Села, Білорусь (реконструкція Н. Гуріної)

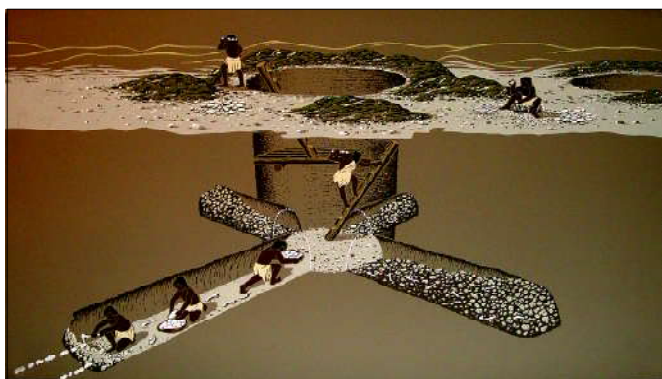
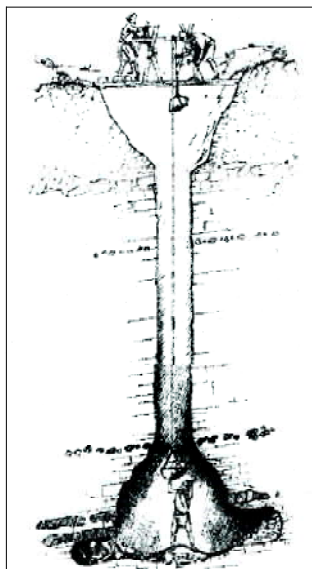


Рис. 1.16 – Видобуток кременю горизонтальними виробками. Район Граймс-Грейвс, Великобританія. Німецький гірничий музей у Бохумі

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 (рис. 1.17) та поєднувались під землею горизонтальними виробками, що сприяло вентиляції копальні. У донній частині стовбура



Рис. 1.17 – Аерофотозйомка району неолітичних копалень кременю в Каса-Монтеро поблизу Мадрида (за шириною дорожньої смуги можна оцінити відстань між стовбурами)



часто утворювали експлуатаційне розширення, з якого в різних напрямках по покладу кременевих конкрецій проводили горизонтальні виробки (рис. 1.18) довжиною до 20 м (так звана „пелюсткова схема”). З основних виробок могли додатково проходити добувні ніші й ходки, що формувало достатньо складні лабіринти, які поєднували декілька стовбурів (рис. 1.19).



Рис. 1.18 – Технологія гірничих робіт у неолітичних копальнях Сп'енна, Бельгія (реконструкція Б. Клариса)

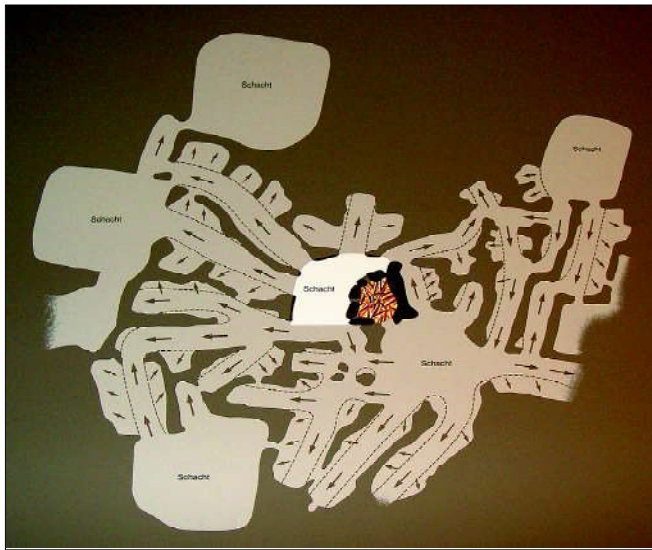


Рис. 1.19 – План гірничих робіт у неолітичній копальні Граймс-Грейвс. Німецький гірничий музей у Бохумі



Рис. 1.20 – Породні цілики, залишені для підтримання покрівлі. Неолітична копальня кремню в Кшемьонках, Польща

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 (рис. 1.20).

Відпрацьовані горизонтальні виробки ретельно закладали пустою породою, яку добували, споруджуючи сусідні виробки (рис. 1.21-а). Пізніше породою заповнювали і стовбур (рис. 1.21-б). 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 табуувала „заподіяння ран” земній поверхні, потребуючи їхнього „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*) було в подальшому розповсюджено й на видобуток руд металів. Варто уваги, що ця традиція проіснувала кілька тисячоліть і дотримувалась гірниками на величезній території Євразії в багатьох видобувних осередках.

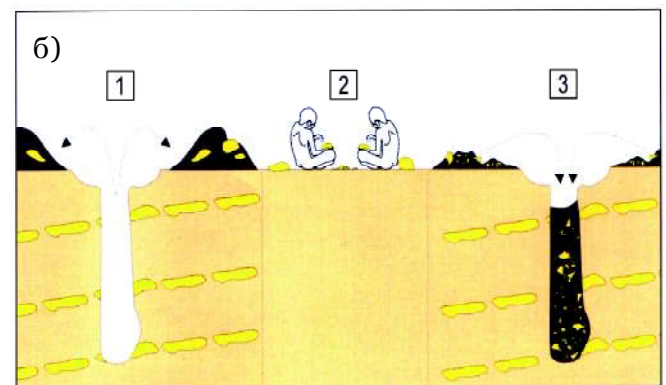


Рис. 1.21– Закладка відпрацьованих гірничих виробок: а – горизонтальних видобувних штреків (Кшемьонки, Польща); б – стовбурів (Каса-Монтеро, Іспанія). Цифрами зазначено: 1 – розробка стовбура; 2 – вилучення кремню; 3 – заповнення виробки пустою породою



Рис. 1.22 – Кам'яні сокири й молоти гірників неоліту (реконструкція).
Німецький гірничий музей у Бохумі



Рис. 1.23 – Гірничі знаряддя з рогу оленя:
а – реконструкція бохумського музею;
б – оригінальні інструменти, знайдені в гірничих виробках у Кшемьонках

Руйнування порід здійснювали за допомогою знарядь, що виконували функції молотів, рубил, доліт та ударників, клинів, важелів, скребачок. Широке розповсюдження дістали кам'яні сокири й молоти (рис. 1.22), а також кайла, виготовлені з рогу оленя (рис. 1.23). Для освітлення вибоїв використовували просмолені соснові скіпи (рис. 1.24). Щоб провітрювати виробки, сполучали стовбури між собою. Окрім того, використовували „тягу” теплого повітря від багаття, яке розкладали на підшві „вентиляційного” стовбуру (рис. 1.25). Це дозволяло всмоктувати повітря через суміжні виробки, що мали вихід на поверхню. Стовбури облаштовували накриттям та загородами для запобігання потраплянню опадів.

Серед найбільш відомих неолітичних копалень, які збереглися до нашого часу (досліджені науковцями, частково музеєфіковані), слід назвати розробки в Граймс-Грейвс у Великобританії (рис. 1.26, 1.27), 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 **Кшемьон-**

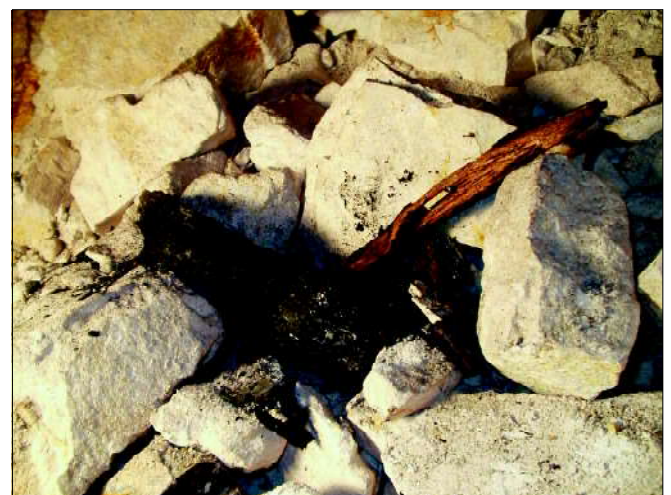


Рис. 1.24 – Оригінальні соснові скіпи часів неоліту. Кшемьонки



Рис. 1.25 – Макет-реконструкція „вентиляційного” стовбуру неолітичної копальні: у донній частині виробки підтримується вогнище. Німецький гірничий музей у Бохумі

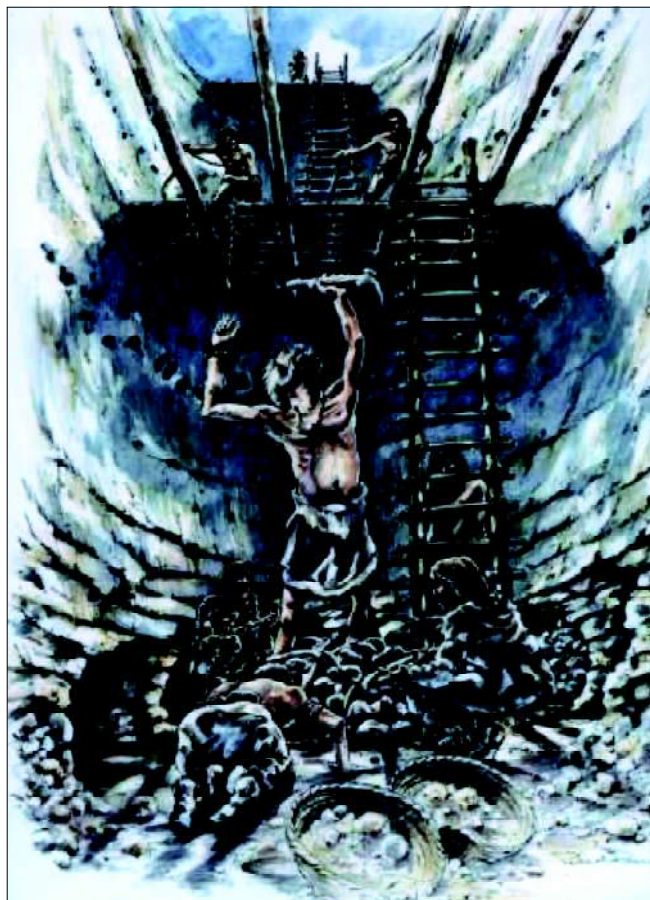


Рис. 1.26 – Численні сліди (устя) колишніх стовбурів у районі Граймс-Грейвс

ках, де створено унікальний археологічний музей-заповідник. Родовище смугастого кремню поблизу селища Кшемьонки (Свентокшистське воєводство у Східній Польщі) експлуатували протягом двох тисячоліть, починаючи з IV тис. до Р.Х. За даними археологів кількість виробок стовбурового типу становила близько 3,5 тисячі. Вони розміщувались в межах шахтного поля (рис. 1.28), яке мало форму наближену до параболи з протяжністю близько 5 км й шириною від 200 до 20 м (загальна площа – близько 785 тис. м²). Сумарний об’єм гірничих виробок становив приблизно 500 тис. м³. Кількість гірників на кожній копальні дорівнювала 5 – 10 особам.

Шари сірого смугастого кремню залягали на двох рівнях – близько 3,5 та 8 м від поверхні. Стволи проходили на глибину до 9 м. Верхній шар розробляли за поширеною „пелюстковою схемою”, а нижній проходили своєрідним

Рис. 1.27 – Реконструкція гірничих робіт у копальнях Граймс-Грейвс (рисунок П. Данна)



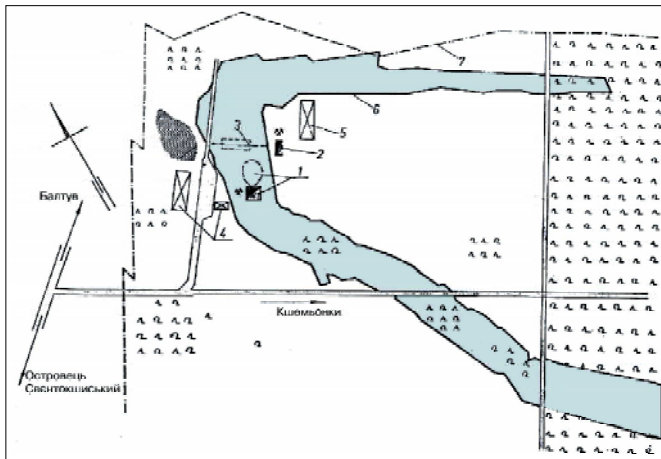


Рис. 1.28 – Схема шахтного поля в Кшемьонках: 1 – межа туристичної траси; 2 – дослідний стовбур; 3 – ділянка археологічних розкопок; 4 – будинок музею; 5 – господарчі будівлі; 6 – межа шахтного поля; 7 – межа району

„широким вибоєм”, створюючи низькі (висотою 0,8 – 1 м) і просторі камери (рис. 1.29). Їх підтримували за допомогою породних ціликів і закладки. Руйнування порід здійснювали кам’яними або кістяними зубилами, по яким вдаряли кам’яним молотком (рис. 1.30-а). Транспортували породу й видобутий кремій кошиками (рис. 1.30-б), а по стовбуру – тягнули

кошем (рис. 1.30-в). Більш ефективна технологія розробки й експлуатації нижнього покладу, свідчить про суттєвий розвиток досвіду і емпіричних знань, які передавалися гірниками з покоління в покоління. Щорічний видобуток кременю забезпечував виготовлення до 40 тис. виробів, а ареал їх розповсюдження сягав відстані до 600 км від Кшемьонок.

Значним осередком видобутку кременю був район Волковиського узвишся в Західній Білорусі, у долині ріки Рось (притоки Німану), центром якого можна вважати **Красне Село**. Конкреції кременю видобували тут у покладах крейди. Виявлені ознаки кількох тисяч копалень, які розроблялися з середини IV – до останніх сторіч II тис. до Р.Х. Переважали добувні виробки вертикального типу (див. рис. 1.15), які розташовувались досить купчасто і сягали глибини 5 – 7 м. Спостерігається традиційне заповнення виробок пустою породою. Населення, за оцінкою археологів, мало чітко виражену професійну спеціалізацію, у 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



Рис. 1.29 – Гірничі виробки (камери) Кшемьонок, пройдені широким вибоєм

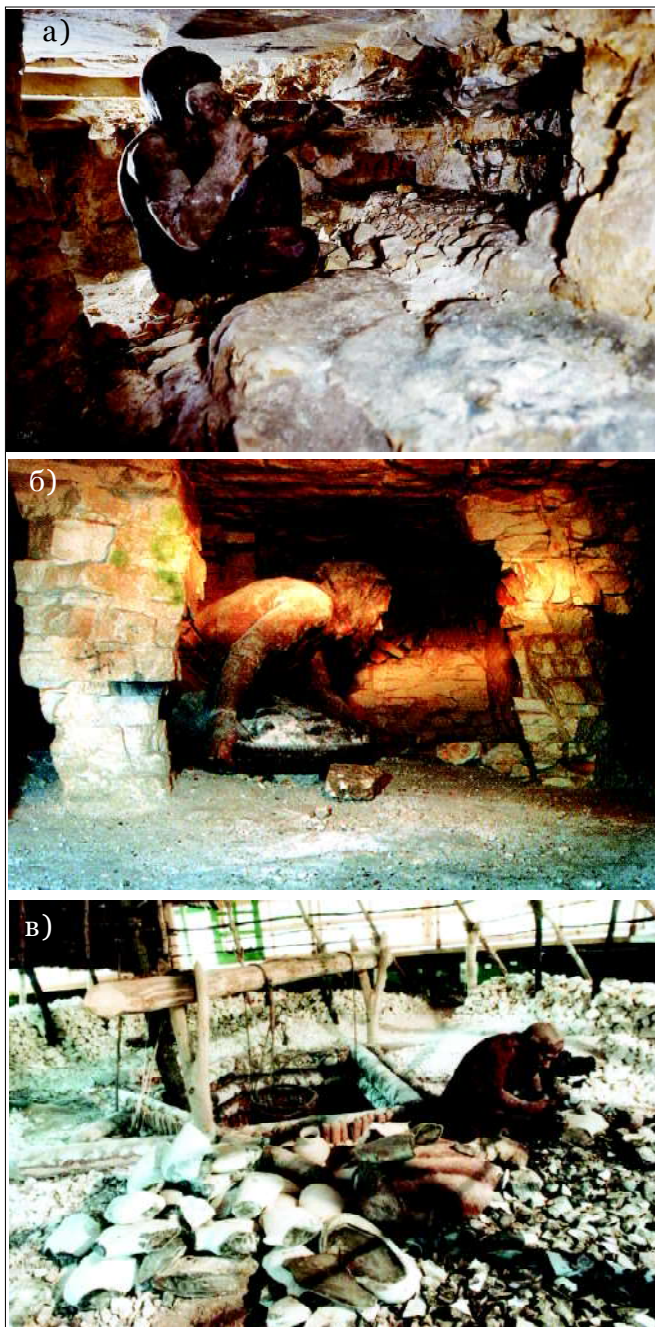


Рис. 1.30 – Макети-реконструкції гірничих робіт на туристичній трасі археологічного заповідника в Кшемьонках: а – руйнування гірських порід; б – транспортування видобутого кременю; в – роботи біля шахтного стовбуру

обмін досвідом гірників Кшемьонки і Красного Села.

В Україні давні копальні з видобутку кременю виявлені 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 Кіровограда.

Використання та видобування глини (доісторичний період – давній світ)

Крім різноманітних каменів, які використовували для виготовлення знарядь і як будівельні матеріали (пісковики, вапняки тощо), широке застосування дістали глини, які суттєво 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 тис. до Р.Х.).

Тривалий час глиняний посуд висувували лише на повітрі (не обпалювали). Бажання прискорити цей процес за сталого виготовлення посуду привело до розміщення виробів біля багаття. Імовірно таким чином було відкрито властивості глини 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 (рис. 1.31, 1.32).

Уже в період неоліту в розвинутих центрах гончарства використовували печі, що склалися з двох рукавів – вертикального й горизонтального. Такий горн зводили на крутому березі ріки, або на схилах ярів чи пагорбів, використовуючи рельєф для утворення L-подібної порожнини. Горизонтальний рукав слугував паливником, а вертикальний забезпечував природне

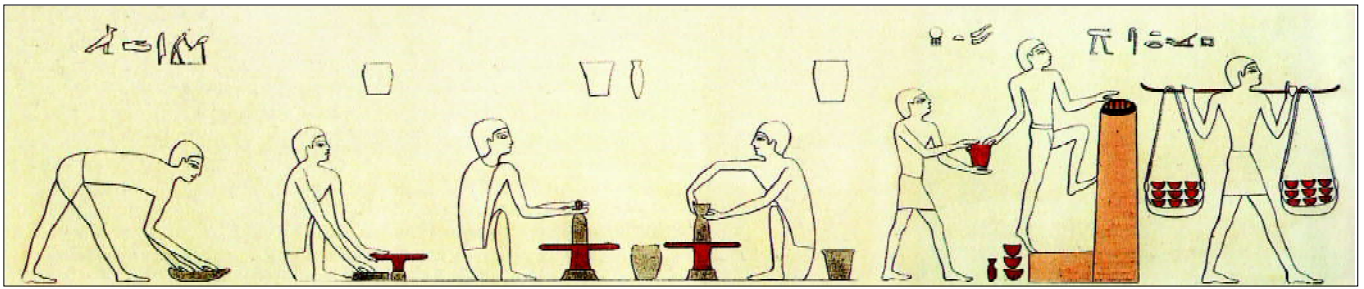


Рис. 1.31 - Виготовлення керамічних виробів у Давньому Єгипті. Фрагмент розпису гробниці II тис. до Р.Х.

дугтя (саме в ньому розміщували висушені глиняні горщики). В окремих випадках отвір вертикального рукава заповнювали поверх горщиків дрібною глиняною ламанню, протягом 5 – 6 годин підтримували у топці інтенсивний вогонь, після чого верх горна засипали піском, а отвір паливника замурували 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 тис. до Р.Х., рис. 1.33). 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 (рис. 1.34). При цьому слід зауважити, що перші свідчення плавлення міді (IX – VIII тис. 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).



Рис. 1.32 - Гончарна майстерня. Коринфська пінака 575 - 550 рр. до Р.Х. Лувр

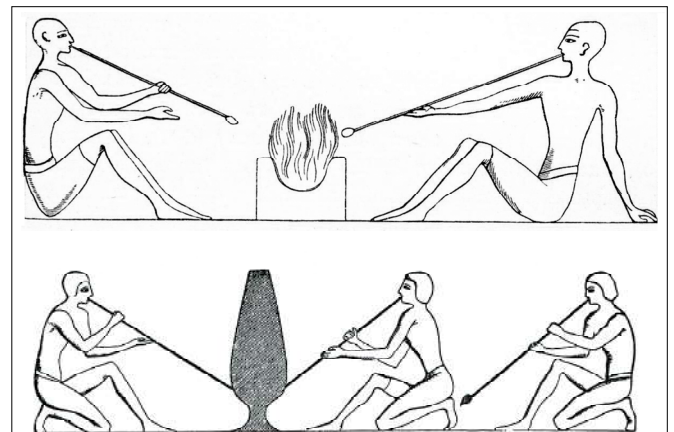


Рис. 1.33 - Складуви Давнього Єгипту

Величезне значення для подальшого поступу людства мало використання глин з будівельною метою. У перших цивілізаційних центрах, що виникли на рівнинах поблизу басейнів великих рік (території Єгипту, Індії, Китаю, Месопотамії, України), не вистачало природного каменю, причому його ламання

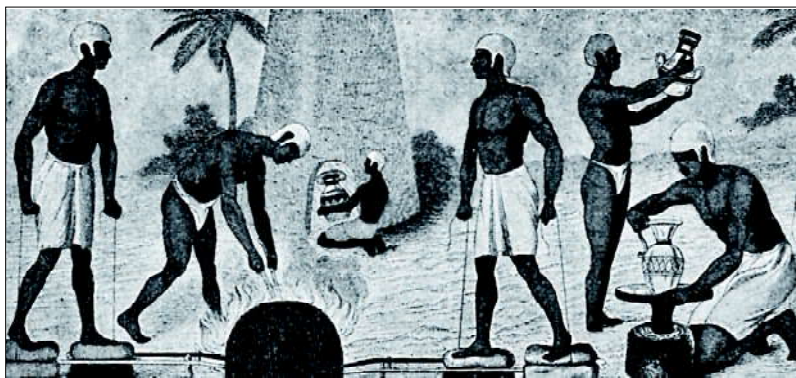


Рис. 1.34 - Зображення гончарного й плавильного горнів давньоєгипетських ремісників (за атласом Ейса)



Рис. 1.35 - Археологічна реконструкція величезних поселень трипільської культури (IV тис. до Р.Х.). Мал. М. Бабенко

потребувало великих зусиль і гірничого досвіду, тому основним будівельним матеріалом були глини¹. Найбільші у світі ранньоземлеробські поселення, мешканці яких освоїли масштабну розробку глин і використовували глинобитні матеріали в будівництві (рис. 1.35, 1.36), 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 тис. до Р.Х.) зазвичай сягали кількох десятків гектарів, а в деяких випадках – до 250 – 400 га, що багаторазово перевищувало розміри відомих протоміст і поселень тогочасного світу (наприклад, площа протоміста Чатал-Гююк дорівнювала 13 га, легендарного Єрихону - 15 га).

Видатним винаходом людства було створення дрібно-розмірних будівельних елементів у вигляді формованого з глини сирцю. Найдавніші свідчення застосування не випаленої глиняної цегли походять з Центральної Анатолії.

¹ Навіть там, де будівництво здебільшого спиралося на камінь і дерево, глина була широко присутня як будівельний матеріал.



Рис. 1.36 - Глиняна модель житлового будинку трипільської культури

З такої великогабаритної цегли було збудоване селище Ашиклі-Гююк, огорожене оборонною стіною (перша половина IX тис. до Р.Х.), і згадуване протомісто Чатал-Гююк (рис. 1.37), причому сирцеве мурування датоване тут серединою VII тис. до Р.Х. Дещо пізніше виготовлення сирцевої цегли опанували в Давньому Єгипті (рис. 1.38) і Месопотамії. Ймовірно саме тут у III тис. до Р.Х. почали виробляти випалену цеглу (рис. 1.39), яка ефективно протистояла волозі й мала високу довговічність. Значущість цієї події відображено навіть у Біблії: „І мовляли одно

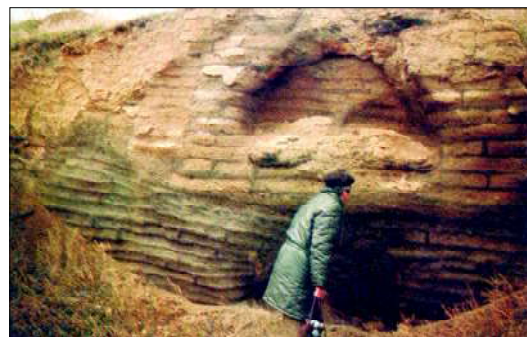


Рис. 1.37 - Мур житлового будинку з глиняної сирцевої цегли у Чатал-Гююці (середина VII тис. до Р.Х.)

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”¹ (рис. 1.40).

Припускають, що Вавилонською вежею називали зикурат Етеменанкі („будівля, де сходяться земля і небо”), підвалини якого збереглися до нашого часу. Руїни величезних зикуратів (від дієслова „zigaru” – „будувати високо”) виявлено на території Іраку та Ірану, причому розміри фундаментів цих споруд іноді були більшими ніж 100 на 100 м, а обрахована висота – 50 м. Будівництво подібних храмів, а також самого міста Вавилону потребувало розробки величезних глиняних кар’єрів, про розміри яких можна тільки здогадуватися за залишеними „слідами” великого міста (рис. 1.41).

Цікаво, що під час будівництва найбільшої споруди в історії людства – Великої китайської стіни (рис. 1.42, 1.43), загальна протяжність якої понад 5 тис. км, основним будівельним матеріалом (поряд із кам’яними плитами) були глина й глиняна цегла. Об’єми видобутку глини для зведення стіни становили тільки за часів царювання імператора Ши Хуан-ді (III ст. до Р.Х.) більше 30 млн. м³. Зв’язок споруд-гігантів і гірничих розробок, що забезпечували їх глинами, – характерна риса розвитку промислу будівельних матеріалів у давньому світі.

Уже в неоліті широке розповсюдження дістають ямний та кар’єрний способи розробки глин. Це зумовлено тим, що глиняні поклади виходять на земну поверхню або перебувають під тонкими шарами поверх-

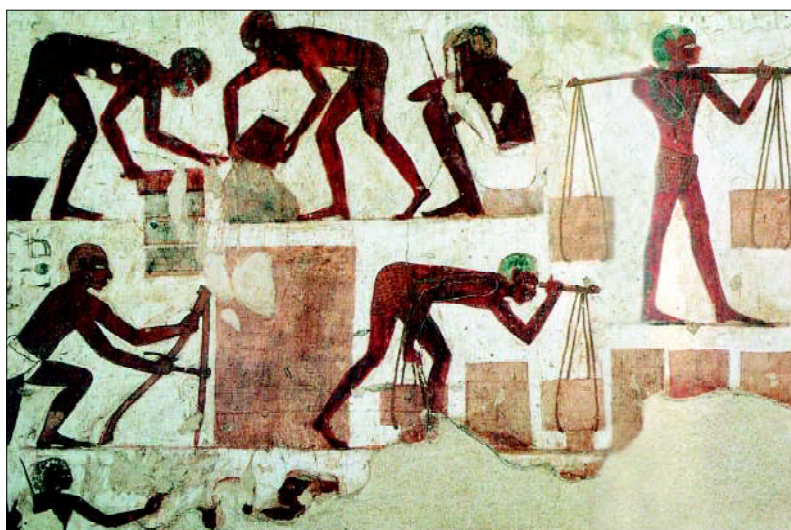


Рис. 1.38 - Етапи формування й транспортування невипаленої цегли. Фрагмент розпису гробниці Рехміра у Фівах



Рис. 1.39 - Виготовлення цегли й цементу у давніх народів. Ілюстрація з книги І. Шейхцера "Сакральна фізика" (1732 р.)

¹ Пер. кн. Мойсея, 11: 3; 4. Тут і далі цитуємо Біблію за віденським україномовним виданням 1903 р. (переклад П. Куліша, І. Нечуя-Левицького, І. Пулюя).



Рис. 1.40 - М. Фанкельборх "Вавилонська вежа" (1595 р.).
На передньому плані - розробка глини
і гірничо-металургійні роботи



Рис. 1.41 - Руїни давнього Вавилону, що наочно свідчать про масштабне використання глиняної цегли (світлина 1932 р.)

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

24



Рис. 1.42 - Трамбування глини під час будівництва Великої китайської стіни. Середньовічна китайська мініатюра



Рис. 1.43 - Класична світлина Великої китайської стіни, зроблена Г. Понтінгом 1907 р.

Найдавнішим зображенням праці гірників, яке дійшло до нашого часу, є глиняна табличка VII ст. до Р.Х. (рис. 1.44), 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 відзначити, що освоєння перших корисних копалин забезпечило людину кам'яними знаряддями праці, зброєю, „прирученим вогнем” (кресалами), мінеральними фарбами, глиняним посудом, будівельними матеріалами. Не зважаючи на значну роздробленість гірничих промислів, найпростіші знаряддя праці, обмежений досвід архаїчних гірників і недостатній інформаційний обмін між регіонами, у період пізньої кам'яної доби були освоєні різноманітні корисні копалини, закладені першооснови їх підземного видобутку, сформовані первісні професійні спіль-



Рис. 1.44 - Ямна розробка глини.
Коринфська пінака 630 - 610 рр. до Р.Х. Старий музей у Берліні

ноти гірників. Це вможливило протистояння людини стихійним силам природи, створення цінностей матеріальної та духовної культури, підготувало підґрунтя для опанування принципово нових корисних копалин – металів.

1.2 Каменоломні: "Кам'яна доба, що ніколи не закінчувалась"

Призначення й 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 напрямку гірництва було б неможливо здійснити необхідне облаштування життєвого простору цивілізованої людини, що

*"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! Зносить і труд і спрагу й голод,
Бо вам призначено скалу сею розбити".*

І. Франко "Каменярі"

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 пе-

черних оселях для їх зміцнення, перепланування, опорядження сталих вогнищ, а також для позначення поховань і будівництва культових споруд. Найдавніші кам'яні селища, які були виявлені археологами, – це Чайоню-Тепезі в Південно-Східній Туреччині, окремі будівлі якого датують X тис. до Р.Х., і славнозвісний Єрихон¹, заснований у IX тисячолітті до Р.Х. (рис. 1.45). Уже в давньому світі каменоломні забезпечували кам'яними матеріалами будівництво храмів, фортець, палаців, акведуків, брукованих доріг тощо (рис. 1.46 - 1.48). Поряд з місцями ламання гірських порід каменярі вели їх обробку, виробляючи камені правильної форми й різних габаритів.



Рис. 1.45 - Руїни стін Єрихона.

На передньому плані - кам'яне мурування підвалин башти, датованої початком VIII тис. до Р.Х.

¹ Ось як описує Біблія руйнування стін Єрихону під час облоги міста народом Ізраїлю: "Тоді загукали люди і затрубили священники в труби. Як же люд почув, що трублять, тоді загукали всі страшенним криком, і мури міста впали руйною; нарід же ринув у город, кожен звідти, де стояв; сим робом опановано місто" (Кн. Ісуса Навина, 6:20).



Рис. 1.46 - Афіський Акрополь у V ст. до Р.Х. Художня реконструкція Лео фон Кленце.

Величезні розміри храмових комплексів передбачали відповідні масштаби каменоломень



Рис. 1.47 - Спорудження кам'яної оборонної стіни навколо Риму. Фрагмент рельєфу колони імператора Траяна в Римі



Рис. 1.48 - Брукована каменем Аппієва дорога, яка 312 р. до Р.Х. поєднала Рим з Капуєю та Бриндізі (довжина - 540 км)

Виокремлюють відкриті і 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 та ін.) 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 пісковика товщиною 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 пісковика, обвалюючись, скочувались підстилкою зі зруйнованих порід без зайвих руйнувань і порушень. Вага таких брил сягала зазвичай декількох тонн. Початкову обробку видобутого каменю здійснювали безпосередньо на місці розробки, перевозили кінними підводами. Така технологія існувала без змін протягом багатьох століть (рис. 1.49).



Рис. 1.49 - Видобуток пісковика в славнозвісних каменоломнях Пірни (Саксонія).
Вигляд обваленого уступу

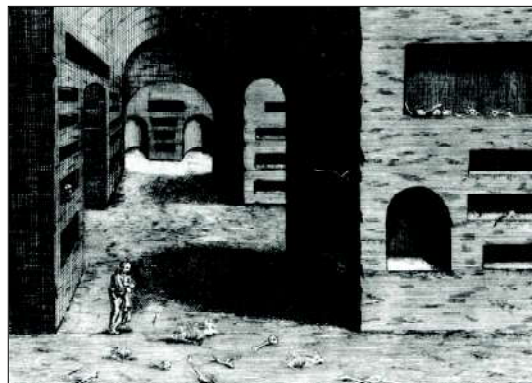


Рис. 1.50 - Катакомби Неаполя
(за Б. Кутом, 1760 р.)

Каменоломні підземного типу правили для видобутку будівельного каменю в гірничих виробках, що споруджували поблизу, або безпосередньо під містом, для потреб якого видобували камені. Для руйнування гірських порід використовували типові інструменти: прохідницькі молотки, кирки, ломы, 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 (рис. 1.50). У подальшому підземний простір каменоломень використовували для поховань, печерних храмів, улаштування в'язниць, сховищ тощо. Будова більшості катакомб поєднувала багаторушну систему виробок невеликого розміру (шириною близько 1,5 м і висотою до 4 м) з камерами й галереями, розміри перерізу яких сягали приблизно 6 на 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 (стволів), які розташовували на відстані 200 - 250 м один від одного.

Видобування і використання каменів

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 (рис. 1.51), менгірів (рис. 1.52), мегалітичних будівель (рис. 1.53). Вони отримали широке розповсюдження в 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 з зусиллями великої кількості людей. Яскравим прикладом таких споруд є Стоунгендж (від старонанглійського "*Stan Henges*" - "Висячі Камені") - мегалітичний пам'ятник у вигляді кількох концентричних кіл із каменів різного розміру (рис. 1.54), розташований у Південній Англії, поблизу м. Солсбері. Спорудження й перебудови пам'ятки припадають на період між кінцем IV й II тис. до Р.Х. Найбільші камені Стоунгенджу, вирубані з міцного пісковика ("сарсену"), мають довжину 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 укладене кільце з каменів-перемичок.

У середині 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. Археологами на території пам'ятки виявлені типові гірничі знаряддя у вигляді кирки з оленього рогу, якими викопували ями під блоки та концентричні рови. Гіпотези щодо призначення Стоунгенджу пов'язують його зі святилищем, місцем культових поховань і навіть з давньою астрономічною обсерваторією. У кожному випадку сакральні уявлення давніх племен були важливим стимулом для організації робіт з розробки різноманітних гірських порід, їх транспортування та монтажу. Під впливом цих уявлень ставили і виконували доволі складні гірничі, транспортні й механічні завдання. Стоунгендж залишався і в середньовіччі надзвичайним, магічним місцем. У лицарському романі Роберта Васа "Брут" (1155 р.), який описував епоху легендарного короля Артура, віщун та мудрець Мерлін часто відвідує сакральні кола Стоунгенджу (рис. 1.55).

Зауважимо, що ще й сьогодні достеменно не встановлено місце видобутку всіх каменів Стоунгенджу.



Рис. 1.51 - Вапнякові плити, використані для утворення кромлеху навколо давніх поховань. Археологічна пам'ятка "Мергельна гряда" (початок III тис. до Р.Х.), Луганщина



Рис. 1.52 - Менгіри Зорац-Карер, Вірменія



Рис. 1.53 - Дольмени часів бронзової доби, Ірландія

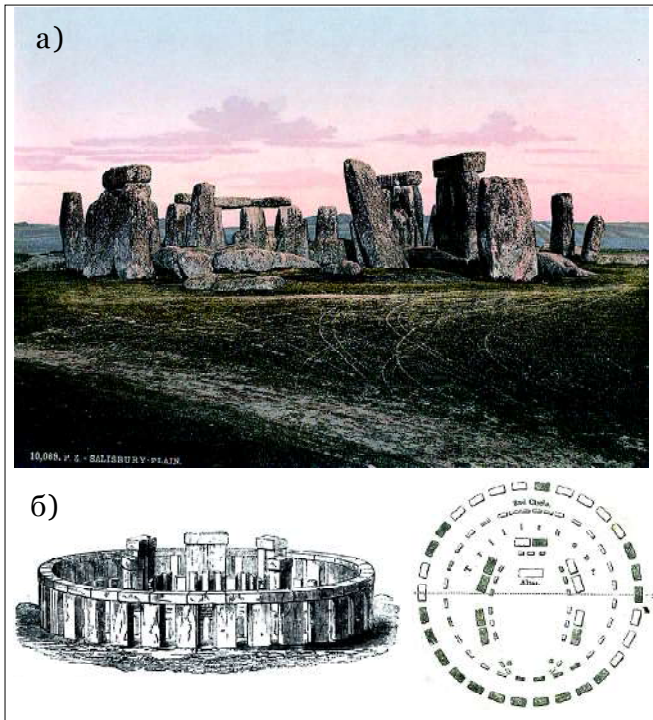


Рис. 1.54 - Мегалітичний комплекс Стоунгендж: а - світлина 1900 р. (до початку реставраційних робіт), б - графічна реконструкція д-ра Стукеля

Припускають, що відстані до каменоломень сягають десятків, а за іншими гіпотезами, навіть сотень кілометрів, що потребувало величезних зусиль для транспортування кам'яних брил. Нещодавно англійські археологи знайшли каменоломню, у якій давні майстри обробляли камені - вона розташована в Уельсі на горбах Преселі (графство Пембрукшир, Південно-Західний Уельс). Тут знайдена печера з обробленими кам'яними стовпами і заготівками для них. Геохімічний аналіз породи підтвердив спорідненість знахідок із каменями Стоунгенджу.

Єгипетські піраміди і храми. Ще більш вражають уяву культові споруди давніх цивілізацій Сходу і держав античності, що дають уявлення про гігантські обсяги гірничих робіт в каменоломнях, які здійснювали за допомогою ручних знарядь (використовували кирки, лопати, бури, молоти, долота, клини, ваги). Особливу роль серед будівель давнього світу відігравали культові споруди у вигляді пірамід, мистецтво зведення яких сягнуло найвищого розвитку в архітектурі Єгипту. За різними оцінками сьогодні у Єгипті нараховується від 72 до 138 пірамід (така

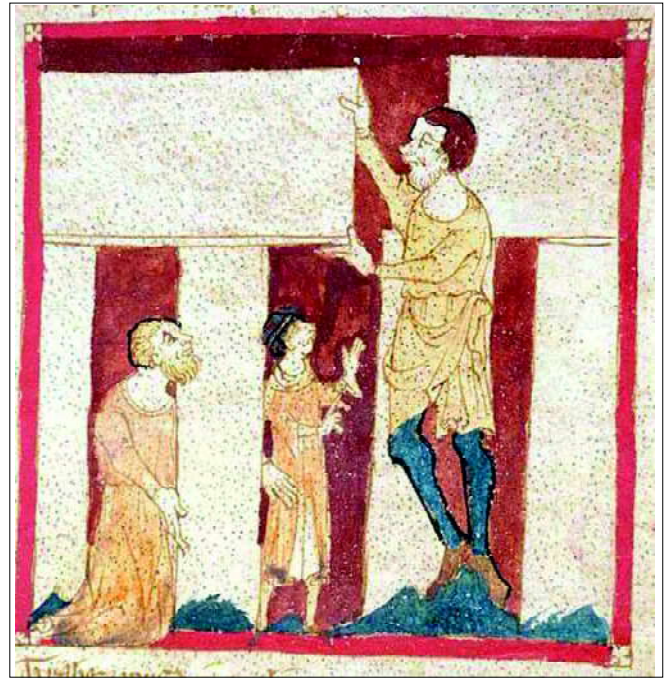


Рис. 1.55 - Учитель короля Артура чарівник Мерлін віщує в Стоунгенджі. Ілюстрація з роману Р. Васа "Брут" (малюнок 1155 р.)

розбіжність пояснюється різними критеріями та смисловим розумінням терміну "піраміда"). Їх розташування зосереджується в західній частині долини Нілу, між широтами Каїру та Файюму. Час будівництва здебільшого припадає на Давнє царство (2686 - 2173 рр. до Р.Х.).

Серед найбільш дивовижних споруд - піраміди Гізи (рис. 1.56), серед яких славнозвісна Велика піраміда (єгипетська назва "Хуфу нале-



Рис. 1.56 - Піраміди Гізи

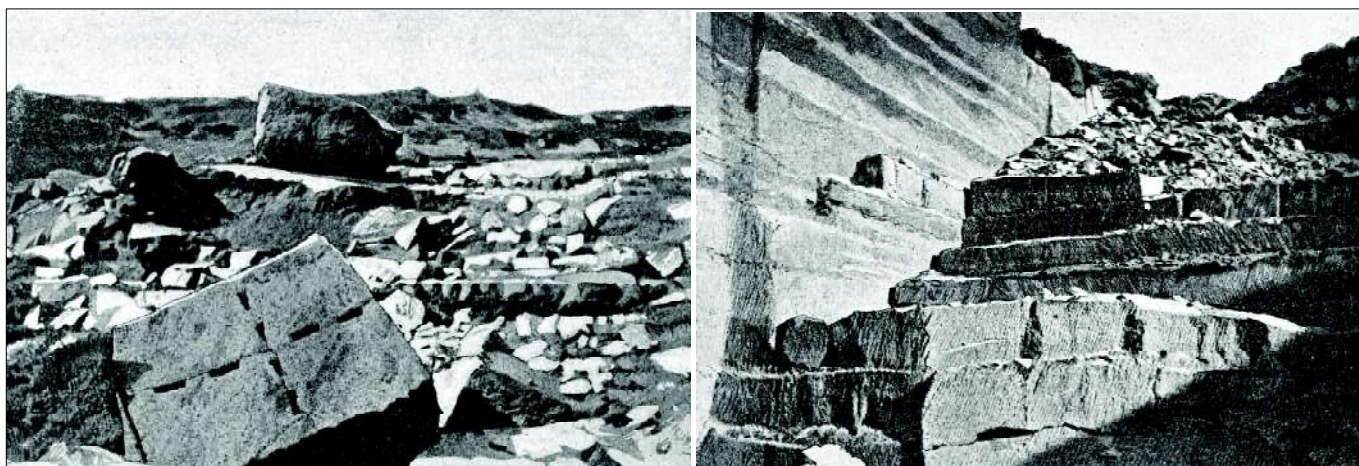


Рис. 1.57 - Каменоломні граніту в Асуані й пісковіку в Зельсілеї (світлина А. Штюбелля, кінець XIX ст.)

жити небу"). Вона збудована за часів фараона Хуфу, якого Геродот у своїх історичних творах називав Хеопсом, що дало ще одне ім'я піраміді. Первісна висота споруди сягала 146,6 м; довжина сторони підмурівка - 230,4 м; приблизний об'єм - 2,52 млн. м³. Для її будівництва було використано 2,3 млн. вапнякових блоків, складених у 210 рядів. Середня висота блоку дорівнювала 0,5 м, а вага 2,5 т (верхня частина піраміді викладалася блоками висотою 1,5 м).

Не менший захват ніж самі піраміди викликають масштаби гірничих робіт, які забезпечили їх будівництво. Величезні каменоломні (рис. 1.57) були виявлені як поблизу районів пірамід, так і на значних відстанях від них (десятки і навіть сотні кілометрів), що пояснюється потребами різних гірських порід і великих об'ємів каменю. Завдяки особливим кліматичним умовам Єгипту давні каменоломні добре збереглися, зокрема в Асуані (рис. 1.58), де можна побачити незавершеніobelіски середини II тис. до Р.Х. (рис. 1.59). Це дозволило висунути версії щодо застосовуваних технологій ламання й транспортування кам'яних блоків (рис. 1.60, 1.61).

В одних випадках відокремлення



Рис. 1.58 - Одна з давньоєгипетських каменоломень Асуану (сьогодні - привабливий туристичний об'єкт)

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

Іноді замість врубу лінією запланованого розлому пробурювали циліндричні отвори (шпури), у які забивали клини з сухої деревини. Поверхню отворів періодично змочували, що спричиняло розбухання деревини й

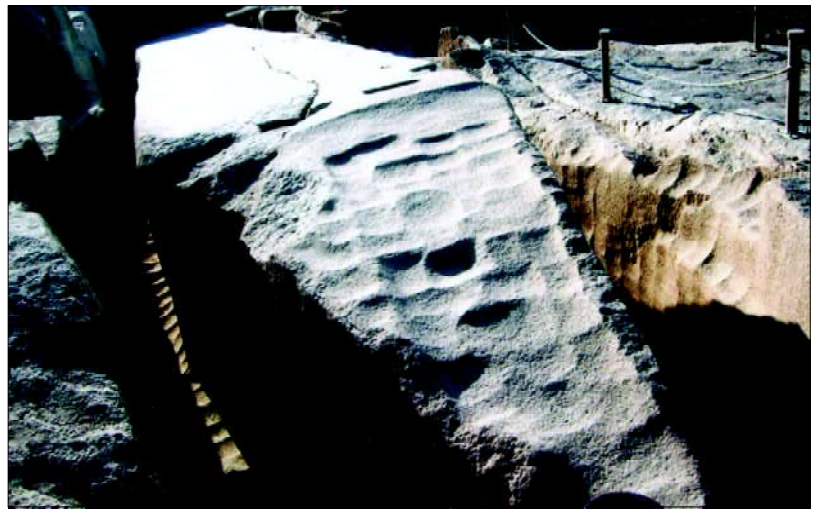


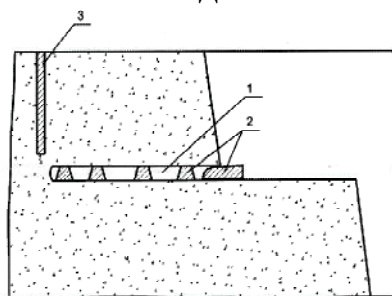
Рис. 1.59 - Незавершені обеліски середини II тис. до Р.Х. у каменоломнях Асуану

утворення в моноліті тріщини розколу. Цей спосіб застосовували в міцних і крихких породах (гранітах, мармурах, діоритах). Отвори видовбували за допомогою ручного буру, який забивали в породу молотком. Використовували також технології свердління (рис. 1.62), які були добре розвинуті в Єгипті.



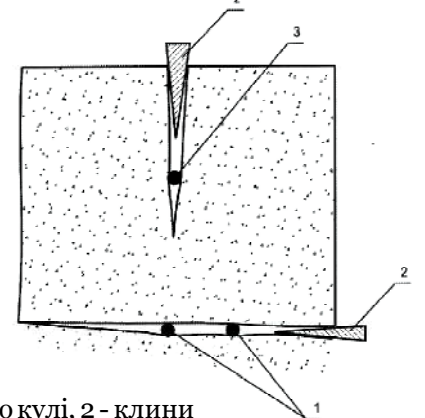
Рис. 1.60 - Реконструкція гірничих робіт у каменоломнях Давнього Єгипту (за Л. Гейманом)

Розробляючи особливо великі блоки для виготовлення монументів, вруб проводили широким вибоєм, який проходив периметром майбутнього обеліска, після чого проводили клиновий відрив донної частини блоку. Прикладами такої технології можуть слугувати незакінчені обеліски на честь цариці Хатшепсут і Тутмоса III в Асуані, розробка яких велась у середині II тис. до Р.Х. (див. рис. 1.59). Прикметно, що довжина окремого блоку, що виламували в цьому випадку, сягала 42 м, вага - 1200 т.



а) 1 - вруб, пройдений кайлом, 2 - клини, 3 - пробурений отвір з дерев'яним клином;

Рис. 1.61 - Схеми розробки кам'яних блоків (за А. Шиліним):



б) 1, 3 - металеві стержні або кулі, 2 - клини

Видатний дослідник Давнього Єгипту археолог У. Фліндерс Пітрі, який одним із перших досліджував каменярські промисли єгиптян,

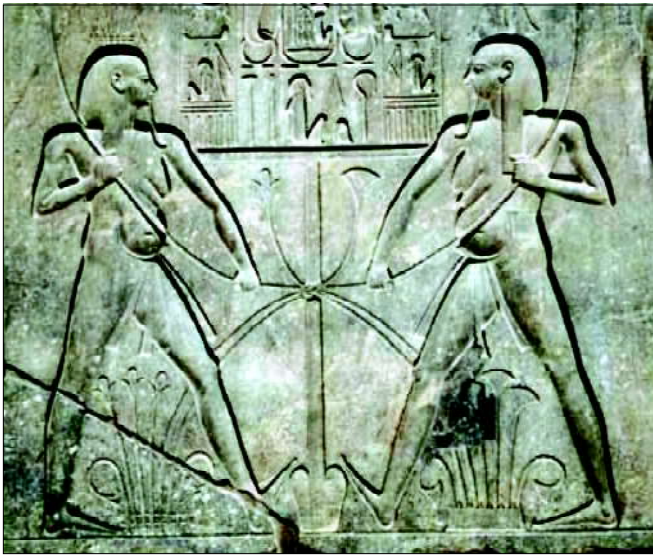


Рис. 1.62 - Стела із зображенням процесу буріння, що символізує об'єднання Верхнього та Нижнього Єгипту

дійшов висновку, що вже в ті далекі часи використовувалися прямі й кругові каменерізнi пили, а також суцільні й порожнисті свердла, різальні кромки яких оснащували уламками особливо твердих каменів. У. Пітрі відмітив, що інструменти єгиптян для роботи з каменем майже не поступалися знаряддям кінця ХІХ ст., а різання граніту, базальту, діориту межувало з дивом.

Найбільші кам'яні храмові комплекси давнього світу - Карнакський та Луксорський -

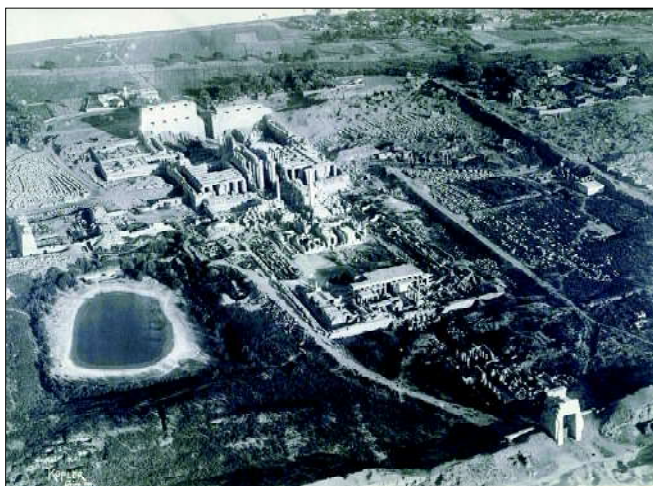


Рис. 1.63 - Руїни Карнакського храму. Аерофотознімок 1914 р.

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 (рис. 1.63). Протягом півтори тисячі років (від ХХ ст. до Р.Х.) Карнакський храм, з'єднаний алеєю сфінксів з Луксорським храмом, був головною святинєю єгипетської держави. Каменоломні, що забезпечували його будівництво, не поступалися 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 Антіліван (85 км на північний схід від Бейрута). За розмірами і обсягом робіт Баальбекське святилище - найбільш значний храмовий комплекс на Близькому Сході. Він формувався протягом двох тисячоліть, починаючи з ХVІІІ 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 турок - як мусульманська культова споруда.

Площа Баальбекської тераси становить 49x89 м. Тераса, тобто підмурівок на якому споруджений храм античного часу, складається з дев'яти рядів кам'яних блоків-монолітів, кожний розміром від 11x4,6x3,3 м (вагою близько 300 т) до 19,1x4,3x5,6 м. (близько 750 т). З північно-західної сторони тераси вбудовано три найбільші у світі оброблених моноліти. Їх називають "Трилітон" або "Дивом трьох каменів" (рис. 1.64). Вони мають довжину 29 м і переріз 4x3,6 м. Вага кожного із трьох гігантів становить від 800 до 1000 т. Причому камені Трилітона так акуратно складені й так точно з'єднані один з одним, що між ними не про-



Рис. 1.64 - Північно-західна сторона Баальбекської тераси (моноліти "Трилітон")

сунути навіть леза ножа. На терасі височать шість найвищих з відомих на сьогодні колон (висотою 22 м) - залишки величезного храму Юпітера (довжиною 90 м і шириною 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. по Різду). Вважається, що під час транспортування й зведення цих гігантських кам'яних споруд застосовували так званий "азіатський спосіб", коли тисячі людей, обліпивши, як мурахи, гігантські кам'яні блоки, обтесували, а потім тягли їх 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" (рис. 1.65) - велетенська кам'яна брила (її розміри - 23x5,3x4,6 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 і піднімали такі камені, виготовлені ще в доримські часи, достеменно невідома (найбільш імовірна гіпотеза - спосіб "земляного насипу"). За розрахунками, для переміщення одного "Південного каменю" потрібні були б спільні зусилля кількох тисяч людей.



Рис. 1.65 - Давня каменоломня поблизу Баальбекської тераси із славним "Південним каменем"

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 (рис. 1.66). Такі споруди дістали поширення в II тис. 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 пісковика. Там де відповідні гірські породи виходили на поверхню, починали розробки каменів 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



Рис. 1.66 - Приклади "циклопічного мурування":
 а - прадавнього храму (Мальта), б - кам'яного мосту (Тиринф, Пелопоннес). За розмірами брил можна скласти уяву про гірничі роботи в каменоломнях

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 і, звісно, Рима (рис. 1.67). Найбільш протяжними системами давніх виробок для підземного ламання каменю є римські катакомби Св. Себастьяна (рис. 1.68) і Каліста (рис. 1.69), які виникли під час розробки вулканічних туфів. У катакомбах Італії відбувалися релігійні збори й таємні служби перших християн (рис. 1.70), яких переслідувала влада Риму. 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) Климента¹, який, за переказами, вирубував у скелі перший в Інкермані печерний християнський храм.

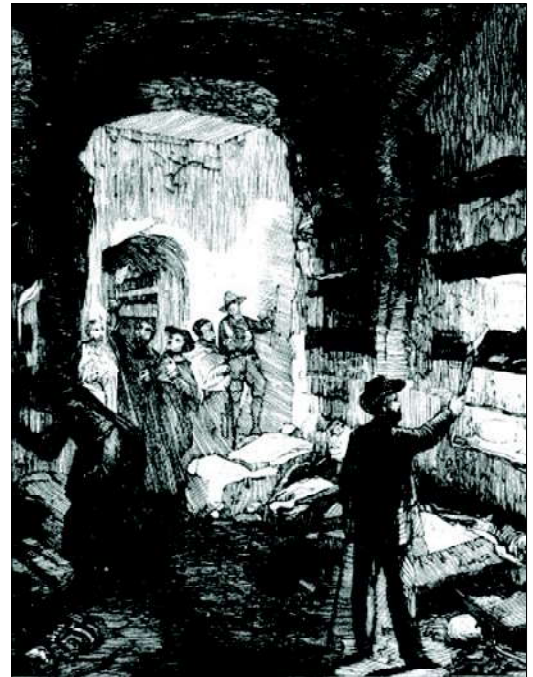


Рис. 1.67 - Гравюра Ш. Марі "Римські катакомби"

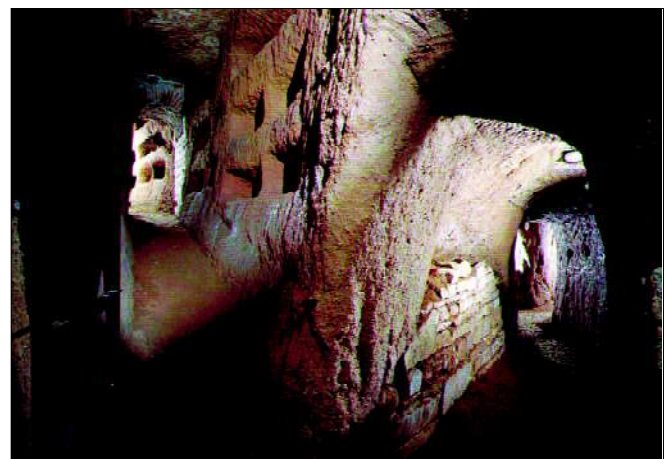


Рис. 1.68 - Катакомби Св. Себастьяна в Римі

¹ Прах єпископа Климента був перевезений князем Володимиром з Херсонеса до Києва й похований у Десятинній церкві.



Рис. 1.69 - План другого ярусу катакомб Каліста в Римі (за М. Покровським)

Тривалий час у Греції та Римі домінувало кам'яне мурування насухо. При цьому достатньо великі блоки надійно утримувались під дією власної ваги, але для цегли й дрібнорозмірного каменю такий спосіб був непридатний. Щоб зв'язати цеглини в мурах 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, що отримав назву "римський бетон"¹. Невідомий винахідник здогадався залити дрібні камені розчином вапна й піску. Коли суміш затужавіла, утворився

¹ Свідчення використання бетону під час спорудження цистерн і водопроводів у містах Месопотамії та Фінікії відносять до III - II тис. 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 знов зникає з "будівельних майданчиків" і з'являється лише у XVIII ст.



Рис. 1.70 - Найдавніша пам'ятка християнського мистецтва - зображення Діви Марії й Сина Божого в катакомбах Св. Присцили (фреска початку III ст.)

достатньо міцний штучний камінь. Бетон мав значні переваги перед природним каменем, зумовлені можливістю приймати необхідну будівельникам форму та розміри блоків або мурів, утворюючи суцільну монолітну конструкцію. Відпала необхідність ламання й транспортування великих брил, обробки й припасування каменів.

Особливого поширення бетон дістав після застосування домішок (здебільшого - вулканічного попелу), які унеможливили руйнування матеріалу атмосферними водами й вологою та підвищували його міцність. За назвою містечка Пуццолі поблизу Неаполя, де розробляли попіл з Везувію, такий бетон назвали пуццолановим. Він склав основу при будівництві мостів, акведуків, величних терм, Колізею та Пантеону ("Храму всіх богів"). В часи правління Юлія Цезаря бетон стає основним будівельним матеріалом. Величезні обсяги будівництва не

зменшили потреби в об'ємах розробки каменів, проте змінили вимоги до їх якості: те що раніше в каменоломнях відбраковували як непотріб, за нових технологій йшло в діло. Більш того, виникла необхідність відповідного подрібнення гірських порід, з яких виготовляли бетонну суміш, для чого масово використовували ручну працю рабів. Це вплинуло на способи ламання вапняків, спростило розробки інших гірських порід.

Архітектурне оздоблення й прикрашення величних споруд, розвиток скульптурного мистецтва потребували масштабних розробок декоративного каменю. Особливого значення набули розробки мармуру (кристалічного вапняку), який завдяки своїй структурі й зручності обробки став улюбленим матеріалом архітекторів і скульпторів. У другій половині XIX ст. німецьким дослідником Зигелем були виявлені давньогрецькі розробки мармуру, що були покинуті протягом багатьох сторіч. У пошуках давніх каменоломень учений об'їздив майже всю материкову Грецію й 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 тис. до Р.Х. етрусками й кельтами на півночі Італії (район Тоскани). Слово "каменоломня" мовою кельтів звучить "каррара". Цю назву дістало давнє поселення біля підніжжя Апуанських Альп, поблизу якого проводили ламання мармуру, а пізніше так стала



Рис. 1.71 - Ламання мармуру на горі Альтіссімо в Північній Італії. Гравюра початку XIX ст.

називатись і сама місцева порода каменю. В епоху Давнього Риму розпочалися масштабні розробки карарського мармуру, який використовували для спорудження Пантеону, піраміди Цестія, храму Аполлона.

Новий етап розробки карарського родовища розпочався в XIII ст. і досяг найбільшого розвитку в епоху Відродження. 1517 р. за дорученням папи Льва X видатний скульптор Мікеланджело заснував каменоломні в Монте-Альтіссімо (рис. 1.71). З карарського 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, що забивали у природні тріщини в масиві. Пізніше застосовували метод вузьких врубів і отворів під клини. 1570 р. у каменоломнях Каррари було вперше використано порох. Припускають, що це взагалі був перший випадок застосування вибуху з творчою (не військовою) метою¹. Оскільки підривні роботи іноді пошкоджували цінні мармурові блоки (приводили до тріщин матеріалу), то у відповідальних випадках заготівки продовжували відокремлювати ламанням клинами. Виснажливість і небезпеку гірничих робіт в карарських каменоломнях ілюструє барельєф А. Пісано (рис. 1.72). Сучасні каменоломні Каррари (рис. 1.73) продовжують давати світові найкрасивіший мармур, на жаль, дуже обмеженою кількістю.

1 Початок використання пороху для підземного руйнування гірських порід датують 1613 р. (виробки рудника Злотий Сток, Польща) та 1627 р. (Банська Штявниця, Словаччина).



Рис. 1.72 - Загибель гірника на розробках мarmуру поблизу Каррари. Барельєф А. Пісано



Рис. 1.73 - Сучасні розробки каррарського мarmуру

Давні храми та каменоломні Азії. Унікальні технології видобування, транспортування і 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 із цегли та увінчаний пірамідальною 13-ярусною вежею - "віманою", що має висоту 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 блоку становить 7,8 м, а його вага - близько 80 т.

Зважаючи на складність ламання й транспортування подібних каменів, величні храмові комплекси в Індії утворювали безпосередньо з гірських масивів, поверхню яких обробляли з мистецькою майстерністю (рис. 1.74), а в середині вирубали вражаючі склеписті камери (рис. 1.75). Під час будівництва храмів гірський масив ставав потужною каменоломнею, яка повністю забезпечувала потреби в каменю навколишніх регіонів. Серед найбільш відомих



Рис. 1.74 - Один з 34 печерних храмів Еллора, Індія

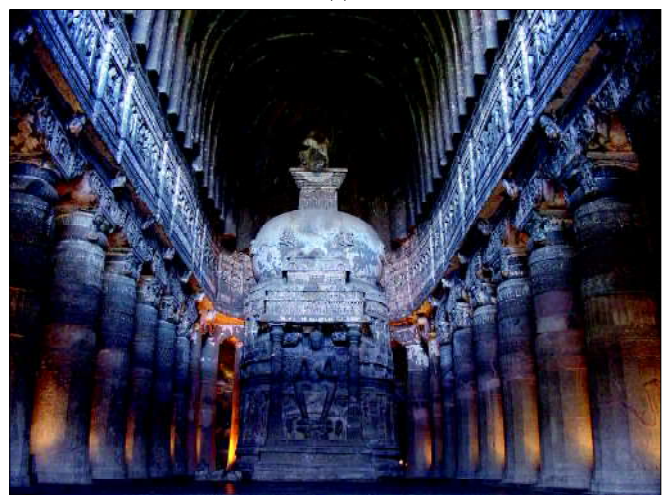


Рис. 1.75 - Інтер'єр печерного храму в Аджанті, Індія

храмових комплексів виділяють Аджанту (29 печерних споруд, вирубаних у III - VII ст.) і Еллор (34 печерні храми VI - IX ст.). Усі вони були споруджені в штаті Махараштра (Центральна Індія).

Ще один промовистий приклад "кам'яних технологій" у Азії - храмовий комплекс XII ст. у Камбоджі - Ангкор-Ват (кхмерською "місто-храм", рис. 1.76), який був побудований у першій половині XII ст. Зовнішню стіну збудовано з латериту, використовувався також лімоніт, а сам храм майже повністю побудовано з пісковика. Вага блоків, використаних для побудови, сягала 4 т; каналами їх транспортували з кар'єрів, розташованих на відстані 40 км на північний захід від храму. Підраховано, що обсяг використаного каменю (близько 5 млн. т), близький до витраченого на будівництво піраміди Хефрена у Гізі. Для того, аби блоки пісковика 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



Рис. 1.76 - Храмовий комплекс Ангкор-Ват, Камбоджа



Рис. 1.77 - Піраміда Сонця в Теотіуакані, Мексика

зведення, строк будівництва видається надзвичайно стислим для рівня тогочасної техніки.

Давні споруди й каменоломні Америки. Каменоломні та технології обробки каменю давніх народів Америки іноді не тільки не поступалися досягненням Старого Світу, але й часом перевершували їх. Обсяги видобутку, обробки та транспортування каменю з огляду на умови виключно ручних робіт і відсутність колісних пристроїв і гужового транспорту є вражаючими, вони значно перевищують об'єми 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 (рис. 1.77) є другою за висотою у світі після піраміди Хеопса в Єгипті. Вона побудована близько 150 р. до Р.Х. і є 5-ярусною спорудою з плоскою вершиною. Її висота - 64,5 м, довжина сторін при основі близько 210 м, загальний об'єм - 993 тис.м³. Піраміда Місяця побудована з каменю, глини та ґрунту в період між 200 і 450 рр. по Христу, її висота сягає 42 м.

Фортеця Саксайуаман, що височить над стародавньою столицею інків Куско, вражає масивністю своїх стін (рис. 1.78). Вони складені з велетенських майстерно підігнаних один до одного каменів андезиту вагою від десятків кілограмів до 150 т. Особливістю є так звана "інкська кладка", яка відрізняється відсутністю симетрії і

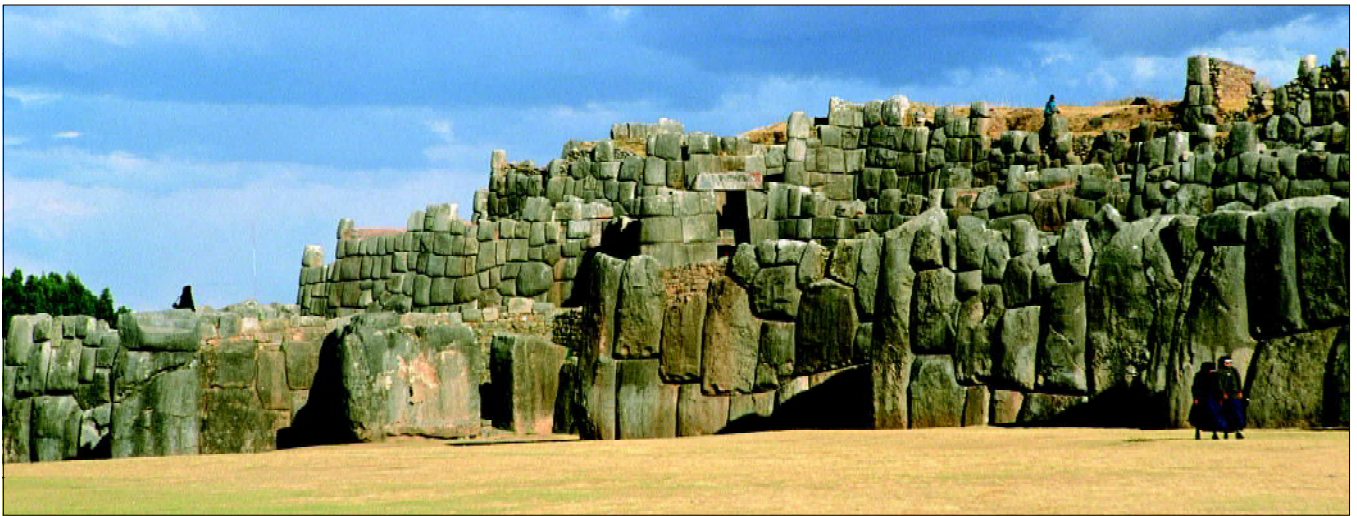


Рис. 1.78 - Мури фортеці Саксайуаман, Перу

зв'язуючих (цементу, вапна) й надзвичайною щільністю прилягання сусідніх каменів, що справляє враження "злипання" каменів (рис. 1.79). Поряд із фортецею розташований видобувний кар'єр, у боках якого вирізані прямокутні й гранчасті грати, кімнати, переходи, сходинок - при цьому більшість поверхонь відшліфовано.

У "Коментарях про царство інків" Гарсаліса де ла Веги (XVI ст.) про цю пам'ятку сказано: "Це неможливо уявити. А коли побачиш своїми очима, починає здаватися, що тут не обійшлося без чаклунства й що це справа рук демонів, а не людей. Він побудований з таких величезних каменів і в такій безлічі, що відразу виникають питання, як індіанці добували ці камені і як доставляли їх сюди, як обробляли



Рис. 1.79 - Кладка інків (фрагмент муру)

їх і ставили один на одного з такою точністю? Адже вони не користувалися ні залізом, ні сталлю для того, щоб проникати в скелю, обтісувати 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 (рис. 1.80) - 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, що важко піддаються обробці. Встановлено, що частину блоків для Пума Пунку добували в гранітному кар'єрі за 60 км від будівельного майданчика, і потім піднімали у місто - на 4000 м над рівнем моря. Для скріплення блоків невідомі стародавні будівельники використовували металеві штирі із мідних сплавів. Точне датування пам'ятки не встановлено, імовірний період будівництва перебуває в межах першого тисячоліття до Р.Х. та раннього Середньовіччя.

Одним із найбільш вражаючих будівельних об'єктів Південної Америки є бруковані



Рис. 1.80 - Кам'яні блоки храмового комплексу Пума Пунку, Болівія

чотирикутними плитами дороги інків, які двома магістралями простягалися з півночі на південь континенту більш ніж на 3000 км і потребували масштабних довготривалих робіт з 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 прекрасну 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 муrom; 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 ніякої критики в порівнянні з цією дорогою".

Каменоломні острова Пасха. Варто уваги те, що тубільне населення віддалених від цивілізаційних центрів територій також створювало оригінальні скульптурні комплекси, використовуючи місцеві матеріали. Всесвітньо відомі масштабні каменоломні на о. Пасха, що у південній частині Тихого океану (належить Чилі). Вони розташовані в глибині острова, особливо на південних схилах вулкану Рано Рараку. У цих каменоломнях виготовлялися моаї - велетенські кам'яні статуї зі спресованого вулканічного попелу (рис. 1.81). Усі моаї цілком монолітні. Вага монументів зазвичай не перевершує 20 т, а висота сягає 6-8 метрів. Як виняток була знайдена незакінчена скульптура розміром близько 20 м і вагою 270 т. Усього на острові Пасха збереглися 997 моаї. Майже всі вирізані зі спресованого вулканічного попелу. Роботи в каменоломнях біля підніжжя вулкана Рано Рараку були зненацька припинені, і там залишилося 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 тих чи тих кланів.

На прохання відомого норвезького дослідника Тура Хейєрдала, група з острівних тубільців ("довговухих") відтворила всі етапи виготовлення статуй у каменоломні, витесуючи їх кам'яними молотками. Потім волоком, у лежачому положенні готова 12-тонна статуя



Рис. 1.81 - Моаї - кам'яні статуї на узбережжі острова Пасхи. Малюнок П. Лоті, 1872 р.



Рис. 1.82 - Незавершена статуя в каменоломні острова Пасхи

була переміщена до потрібного місця і встановила на ноги за допомогою спеціального пристосування з каменів, що підкладалися під підставу, й трьох колод, які 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 виколується ними з породи (рис. 1.82) частими ударами, при цьому кам'яні молотки руйнуються одночасно з породою й безупинно замінюються на нові.

Приклади каменоломень XVIII - XIX ст. Цікавою особливістю розробки кам'яних блоків є та обставина, 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 Пютерлак, поблизу Выборга. Незважаючи на суворий клімат (морози, вологість повітря, сильні вітри), ламання каменю в Пютерлаксі, а також на Тивдійських і Рускольських мармурових ломках (Карелія) протягом першої половини XIX ст. безперервно забезпечували російську столицю високоякісними гранітами й мармуром. На Тивдійських ломках видобувався світло- і темно-червоний мармур, а на Рускольських - світло-сірий із синюватими прожилками. Саме цим каменям зобов'язані красою й довговічністю храми, палаци, набережні.

Широко знаними стали кар'єри Пютерлаксу, завдяки вирубці й обробці тут гранітних колон Ісаакіївського собору (рис. 1.83). 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, зустрічається в Росії дуже часто і на ній тут вельми добре розуміються"*.

Захват обивателів викликало не тільки ламання величезних брил, але й транс-

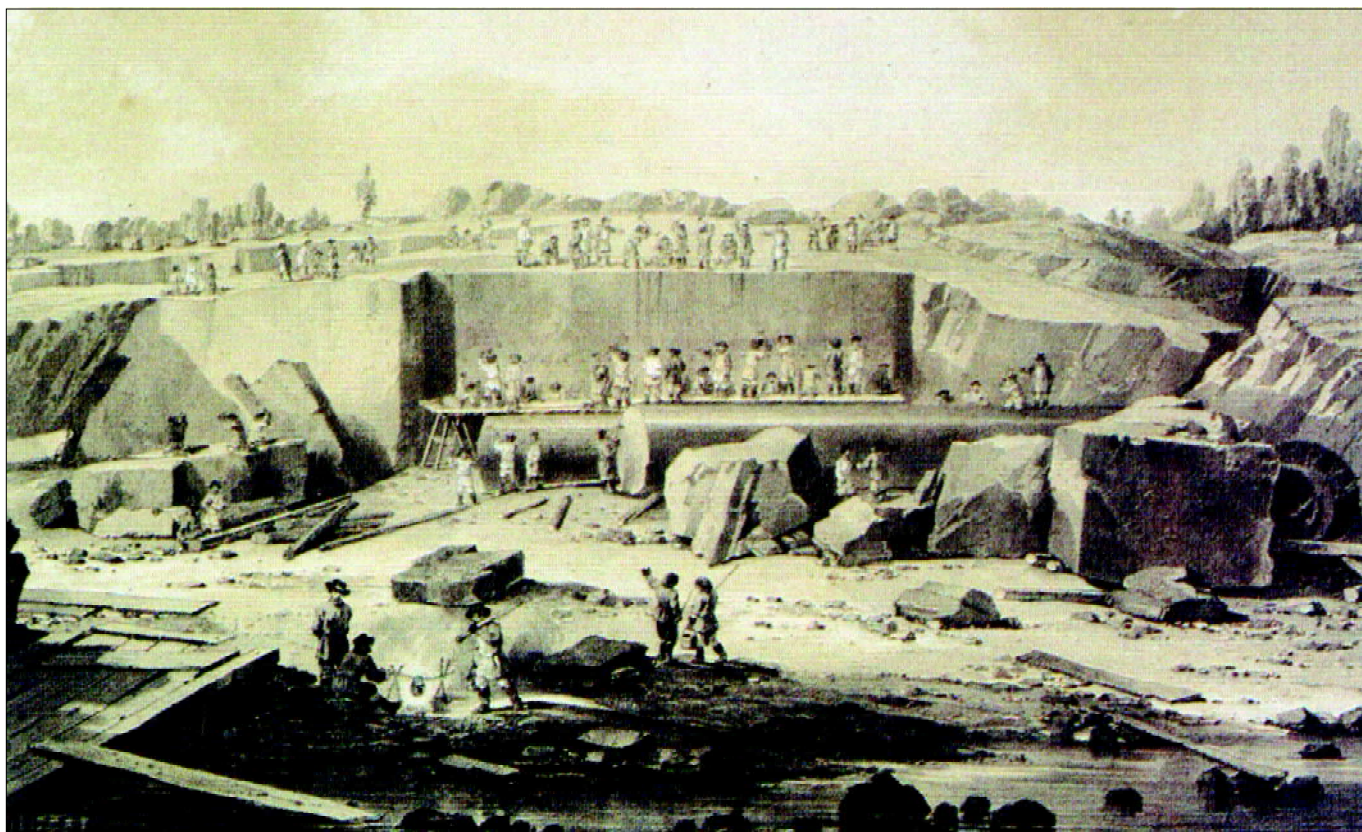


Рис. 1.83 - Ламання й обробка гранітних колон в каменоломні Пютерлакс.
Літографія з малюнка О. Монферрана

портування від кар'єру до місця їх зведення (рис. 1.84). 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 винайдений засіб, щоб відокремити ці величезні брили, то чи буде під силу людям перенести їх на велику відстань? Протягом багатьох днів очікування переповняло кращі голови... Величезний натовп наповнив Ісаакіївську площу, щоб бути свідком цього дива..."* Характеризуючи працю каменярів, Сен Мор

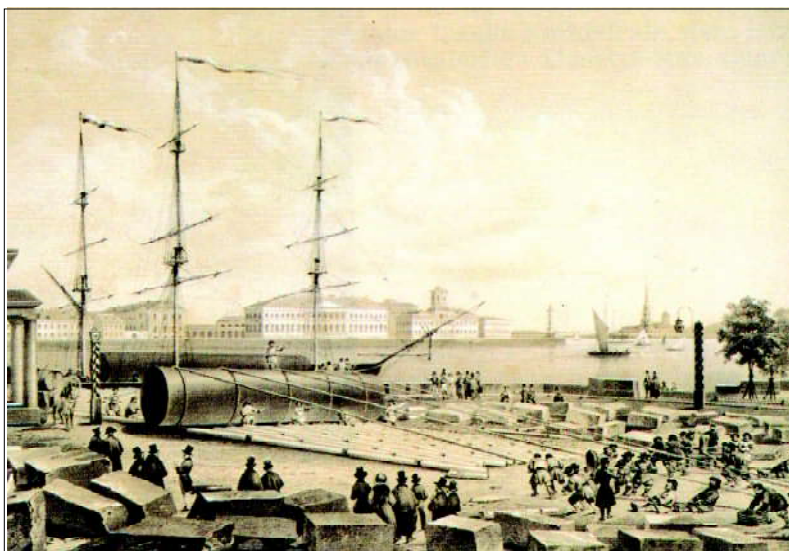


Рис. 1.84 - Розвантаження колон для портиків Ісаакіївського собору на набережній Неви.
Літографія з малюнка О. Монферрана



Рис. 1.85 - Перевезення "Гром-каменю" в присутності російської імператриці Катерини II. За гравюрою І. Шлея

зауважував, що *"ця робота - найвищий зразок людського терпіння, могутності та знання"*.

Яскравим прикладом транспортування величезних кам'яних брил на велику відстань є доставляння гігантського гранітного валуна (так званого *"гром-каменю"*) із Лахті до Санкт-Петербурга (рис. 1.85). Брила граніту вагою 1600 т призначалася для спорудження постаменту для пам'ятника Петру I, названого *"Мідним вершником"* (скульптор Е. Фальконе). Транспортування здійснювалось на брусованій платформі двома бронзовими жолобами, у які були покладені по 15 п'ятидюймових бронзових куль. Платформа рухалась за допомогою кількох коловоротів. Переміщення брили здійснювали в умовах замерзлого ґрунту (інакше б жолоби просідали під величезною вагою). *"Гром-камінь"* прибув у столицю імперії на Сенатську площу 26 вересня 1770 р. На честь доставки каменю була викарбувана пам'ятна медаль з написом *"Відважності подібно"*.

Підсумки

1. Кам'яна доба займає понад 99% часу існування людства, причому пошук, збирання й обробка каменю ймовірно мали суттєвий вплив на генезис самої людини. Найбільш давні й кар'єрні розробки сировини для мінеральних фарб і кресал (гематит, пірит), які й відкривають історію гірництва в сучасному розумінні, датують періодом 35 - 40 тис. років тому. Оскільки основної кам'яної сировини - кременю - вистачало на

Таким чином, наведені тут приклади розробки каменю є лише окремими, найбільш ушлякеними зорами на численні й різноманітні об'єкти видобутку будівельних матеріалів. Навіть за широкого застосування глиняної цегли й штучних каменів (бетонів), ніколи не припинялося масове ламання природного каменю. Цей важливий напрямок розвитку гірництва з давніх часів і до сьогодні забезпечує людину пісковиком, вапняком, мармуром, крейдою, гранітом, базальтом, порфіром та іншими будівельними й декоративними матеріалами. Слід відзначити, що на відміну від інших корисних копалин, природні камені мають значно більше поширення в земній корі, беручи безпосередню участь у її будові. Видобуток каменю відрізнявся відносно простою, використанням нескладних знарядь і пристроїв, проводився здебільшого відкритим способом, де виконання робіт доручалося не тільки професійним гірникам, а й будівельникам та іншим спеціалістам. Більшість технологій видобутку каменю використовувалась майже без змін протягом тисячоліть, причому застосування підривних технологій (починаючи з XVI ст.) не виключило традиційного ламання каменю клинами.

земній поверхні, а вибравши його на якихось теренах, видобувачі йшли не вглиб, а на нові території, то підземні розробки кременю було розпочато значно пізніше, принаймні його видобуток штольнями й виробками стовбурового типу фіксують з IX-VIII тис. до Р.Х. Неолітичні копальні кременю

виконували цілий комплекс складних технічних завдань: руйнування гірських порід, забезпечення стійкості виробок, їх вентиляцію, транспорт і підйом породи, освітлення вибоїв тощо і були найбільш потужними й працездатними спорудами свого часу.

2. Великі родовища кременю (наприклад Граймс-Грейвс, Каса Монтеро, Красне Село, Кшемьонки, Сп'єнн) безперервно розробляли протягом кількох сторіч (деякі - тисячоліть). На їх теренах нараховують тисячі розкривальних стовбурів і сотні кілометрів горизонтальних виробок, що свідчить про величезні обсяги гірничих робіт і значну кількість осідлого населення, яке їх виконувало. Тут утворилися особливі сталі спільноти архаїчних гірників ("мисливців за каменем"), які були відділені від інших членів племені специфікою своєї праці й самотньою сакральною культурою. Ці спільноти забезпечили спадкоємність гірничого досвіду, накопичення професійних знань, розвиток сакральних уявлень і підготували підґрунтя для опанування принципово нових корисних копалин - металів. Обмін і розповсюдження видобутої мінеральної сировини й кам'яних виробів започатковують розвиток комунікацій і культурних контактів по всій ойкумені.

3. Розробка й використання глин відкривають нову сторінку культурних досягнень первісної людини, започатковуючи виготовлення сакральної скульптури, посуду, будівельних матеріалів. Фрагменти глиняного (керамічного) посуду відносять під час розкопок археологічних пам'яток епохи неоліту (починаючи з VII тис. до Р.Х.). Досвід обпалення глиняних виробів, спорудження гончарних печей, плавлення фаянсової поливи міг бути використаний для термічного пере-

творення інших корисних копалин, зокрема для створення скла (IV тис. до Р.Х.). Гончарні печі не слід вважати прямим прототипом перших металургійних горнів, оскільки найдавніші свідчення плавлення міді належать до періоду докерамічного неоліту, проте окремі технологічні запозичення пізнішого періоду могли мати місце.

4. Величезне значення для подальшого поступу людства мало використання глин з будівельною метою. У перших цивілізаційних центрах, що виникли на рівнинах поблизу басейнів великих рік (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. Найдавніші свідчення застосування невипаленої глиняної цегли походять з Центральної Анатолії (селища Ашиклі-Гююк, IX тис. до Р.Х. і протоміста Чатал-Гююк, сирцеве мурування датоване тут серединою VII тис. до Р.Х.). Найбільші у світі ранньоземлеробські поселення (площею до 250-400 га), мешканці яких освоїли масштабну розробку глин і використовували глинобитні матеріали в будівництві зафіксовані на території України (трипільська культура, V - III тис. до Р.Х.). Випалену цеглу почали застосовувати в Месопотамії в III тис. до Р.Х.

5. Важливими чинниками розвою цивілізаційних процесів були видобуток і обробка каменю з метою будівництва храмів, житла, мощення доріг, спорудження витворів монументального мистецтва. Відкриті й підземні каменоломні є найдавнішими типами розробок будівельних гірських порід, що фіксуються вже в пізньому мезоліті й безперервно супроводжують людину протягом усієї історії.