



сторія гірництва
та підземних
споруд
на теренах Польщі





2.1. СТИСЛА ІСТОРІЯ ГІРНИЧОЇ СПРАВИ В ПОЛЬЩІ

Перші кам'яні знаряддя на території Польщі відомі з епохи муст'є (близько 100 тис. років тому). Їх продовжували виготовляти в подальші епохи пізнього палеоліту (40-10 тис. років тому), а потім і в епоху мезоліту (близько 10-5 тис. років до Р.Х.). В неоліті (VIII - III тисячоліття до Р.Х.) почалися розробки родовищ кременю у Свентокшиських горах, в межиріччі Вісли і Піліци. Тут відомо 12 великих родовищ якісного кременю, що експлуатувалися до нашої ери, зокрема: Оронвско і Томашув, поблизу Радома; Поляне, поблизу Кельце; Ожарув і Свецехув-Лясек, поблизу Сандомежа та інші. Яскравою пам'яткою підземного видобутку кременю є неолітична копальня кременю в Кшемьонках (воєводство Свентокшиське), де зосереджено близько 5 тис. давніх виробок. Копальню експлуатували у період від 3900 до 1600 років до Р.Х. Технологія видобутку передбачала спорудження вертикальних стволів глибиною до 9-11 м і проведення з їх донної частини горизонтальних видобувних виробок. Після досягнення максимальної довжини (до 20 м) горизонтальну виробку заповнювали пустою породою, яку отримували при проведенні наступної виробки. Розробку родовища вели камерно-ціликовим способом. Висота виробок складала 55-120 см. Стійкість забезпечували ціликами, а також стовпами з породних блоків. У 1926 р. на ділянці шахтного поля Кшемьонки було створено археологічний заказник, а з 1985 р. відкрито підземні туристичні траси і музей гірництва.

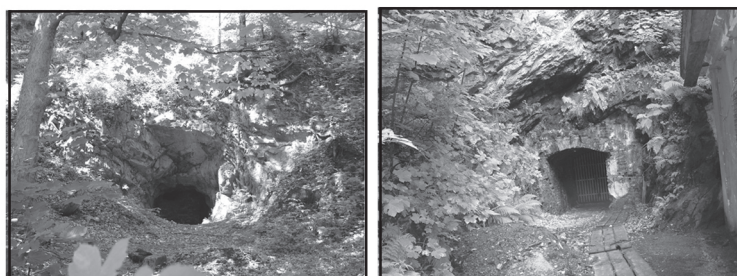
З IX - VIII ст. до Р.Х. в Свентокшиських горах і на північ від Бескид добували залізну руду (племена кельтів, германців, слов'ян). Руди перероблялися в примітивних плавильних печах (димарках), численні залишки яких виявлені в районі Нової Слупи (околиці Лисогур). Магніторозвідка, проведена поблизу Свентокшиських гір, виявила близько 300 тис. плавильних печей разового використання, що свідчить про наявність тут одного з найпотужніших металургійних центрів часів Римської імперії. Припускають, що в період II - V ст. тут діяла римська гірничо-металургійна факторія. Використовували місцеві руди бурого залізняка, мулистого гематиту, сидериту. В околицях селища Рудки розробляли залізо-



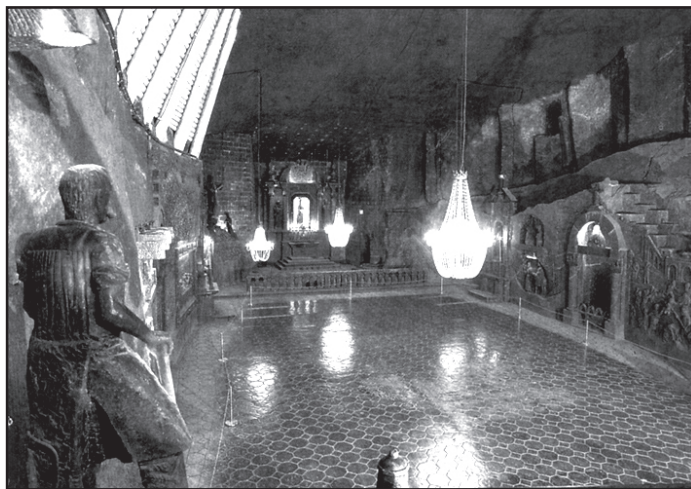
*Виробки неолітичної копальні кременю
у Кішемьонках*



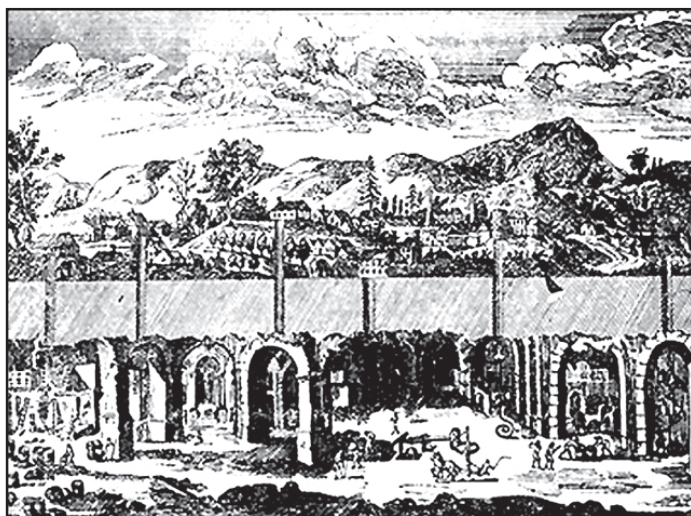
*Залишки печей римських часів для виплавки
заліза в околицях Нової Слупи (т.зв. «димарки»)*



*Стволи і штольні середньовічної шахти золота
в Злотому Стоці*



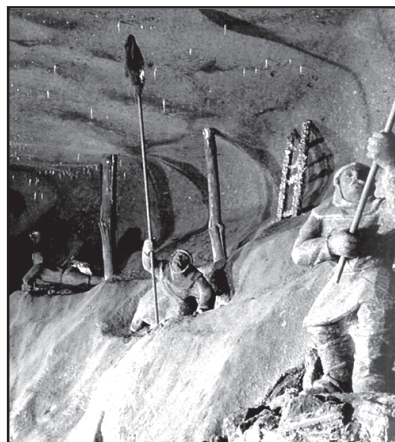
*Королівська копальня солі Величка
(каплиця блаженної Кінги)*



Соляна копальня «Величка» (дереворит XVIII ст.)



*Клітьове кріплення
(шахта «Величка»)*



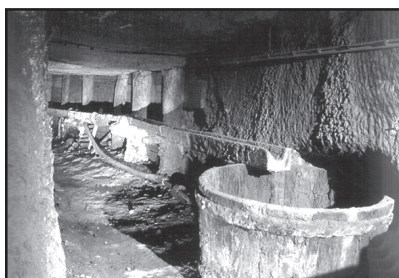
*Середньовічні покутники
які випалюють метан
(шахта «Величка»)*



*Соляна скульптура
шахтаря-солекопа*



*Шахтний візок XVII ст.
(шахта «Величка»)*



Шахтний водовідлив XIX ст.



рудні поклади потужністю близько 20 м. Родовище розкривали горизонтальними та похилими штреками, які підтримували за допомогою дерев'яного рамного кріплення.

З XI ст. експлуатуються родовища залізних руд в Конєцко-Староховіцкому районі, а з XII ст. – у Верхній Сілезії. Свинцево-цинкові руди видобували в цей час в Сілезії та Малопольщі. Розробка останніх велася з метою вилучення з них срібла.

Потужні родовища кам'яної солі в районі селищ Величка і Бохня (поблизу Кракова) почали розробляти в XIII ст., хоча, за даними археологів, виварювання солі з місцевих соляних джерел застосовували тут з IV тис. до Р.Х. Гірники розробляли гігантські соляні брили об'ємом 20-100 тис. м³, які залягали на глибинах 50-140 м. Технологія видобутку полягала в спорудженні ствола, який повинен був влучити у велику соляну брилу. Її експлуатація велася згори вниз від вибійного укусу. За допомогою дерев'яних або залізних клинів відділяли соляні блоки правильної форми, які потім ділили на частини, обтесували в циліндри і транспортували на поверхню. В 1368 р. король Казимир Великий затвердив «Гірничий статут», який урегульовував правові питання організації та управління Краківськими копальнями солі, звільняв гірників від феодалної залежності та сприяв активному розвитку галузі. В епоху Відродження одну з найдавніших соляних копалень «Величка» починають регулярно відвідувати монархи, вчені, діячі культури, а грандіозні камери шахти перетворюються на своєрідний гірничий музей, який і нині відвідують щоденно понад 6 тис. туристів.

Імовірно з X ст. золото добували при збагаченні арсенових руд родовищ Злотий Сток (Ниж. Сілезія) і при розробці золотоносних пісків в околицях Злоторії і Легніци (перші письмові згадки про розробку руд золота в Злотому Стоці 1273 р.). Розкриття покладів здійснювали вертикальними стволами і штольнями, які споруджували на схилах Злотих гір. Для руйнування порід використовували вогневий метод, який приводив до звільнення отруйного арсену й вражаючої смертності гірників. В XV-XVI ст. тут видобували близько 10 % золота всієї Європи. Організація робіт базувалася на індивідуальних концесіях на окремі ділянки по-



кладів. В 1612 р. вперше в світовій гірничій практиці на рудниках Златого Стоку проведені вибухові роботи із застосуванням чорного пороху. З масовим експортом золота з країн Америки видобуток в Злотому Стоці занепадає, а в XIX ст. тут головним чином видобувають арсен.

Видобуток міді бере початок в XV ст. у Свентокшиських горах. В цей же час в Передкарпатті починають видобуток сірки. З 1415 р. в Свошовіце діяв перший в Європі рудник сірки.

Родовища кам'яного вугілля кустарним способом почали розробляти ще з XIV ст. Зрослий попит на вугілля в другій половині XVIII ст. привів до бурхливого розвитку будівництва і реконструкції шахт у Верхній та Нижній Сілезії. Найстарша вугільна шахта «Мурцкі» збудована в 1740 р., найпотужніша – в Вальбжиху (в 1742 р.), яка згодом отримала назву «Фуш» і мала сплавну штольню (т.з. «Лисича штольня», споруджена в 1794 р.). В другій половині XIX ст. видобуток вугілля подвоювався в середньому кожні 10 років.

З початку XIX ст. ведеться промислова розробка родовищ будівельних матеріалів (зокрема келецького мармуру). Промисловий видобуток нафти в Карпатах розпочато в 1854 р. поблизу Кросно. З 1867 р. ведеться видобуток бариту в Богушувє. У 1871 р. відкриті родовища кам'яної солі в Іновроцлаві, у 1911 р. – у Вапно, в 1937 р. – родовище Ізбіца-Клодава. Природний газ добувається в Польщі з 1921 р. У 1920-ті роки почали розробляти поклади бурого вугілля.

Після 2-ї світової війни в Польщі виконані широкомасштабні геолого-пошукові роботи. Були відкриті Люблінський вугільний басейн, родовища бурого вугілля і природного газу, великі поклади мідних руд (район Любіна), сірки, свинцево-цинкових, магнетит-ільменітових руд, кам'яних і калійних солей, поклади бариту і інші копалини.

В кінці XX ст. за видобутком кам'яного і бурого вугілля, мідної руди, сірки, кам'яної солі Польща займала одне з провідних місць у світі. Загалом добувалося близько 400 млн. т сировини, з цієї кількості 40% становить кам'яне вугілля, 35% – пісок і гравій, а також буре вугілля і вапняк. Частка гірничої промисловості у ВВП



складала 2,3 % (на 1998-99 рр.). В ній було зайнято 271600 чол.

На початку ХХІ ст. в Польщі нараховують понад 70 різних корисних копалин. Серед країн ЄС Польща займає за запасами бурого вугілля 6-е, кам'яного вугілля та срібла – 7-е, міді – 8-е, свинцю та цинку – 10-е місце. Гірнича промисловість відіграє важливе місце в економіці країни. Але в останні роки простежується тенденція до загального зменшення видобутку мінеральної сировини. Виняток складають у порівнянні (2001 р. до 2000 р.): нафта (+16,3%), мідна руда (+6%), срібло (+4%) і природний газ (+4,2%). Загалом збут мінеральної сировини у 2001/2000 зменшився на 4,9%. При цьому, однак, частка гірничовидобувної галузі в індустріальному збуті загалом залишилася стабільною - на рівні 5,6%.

Підготовку гірничих інженерів сьогодні здійснюють в Краківській гірничо-металургійній академії ім. Ст. Сташиця (1919 р.), в Сілезькій політехніці в Глівіцах та Вроцлавській політехніці. Геологів готують також в Ягеллонському університеті.



2.2. НЕОЛІТИЧНИЙ РУДНИК КРЕМЕНЮ В КШЕМЬОНКАХ

Історичні відомості

Розвиток первісного суспільства й гірничої справи знаходились у тісному зв'язку, оскільки на всіх етапах еволюції людину супроводжували кам'яні знаряддя, пошук і обробка яких започаткували історію гірництва. Як справедливо підкреслив Дж. Бернал («Наука в історії суспільства»): *«Щоб знайти найбільш ранні витоки науки, ми повинні вдивитися в період, що передував поділу технічних та ідеологічних сторін людської культури, – в період походження самої людськості.»*

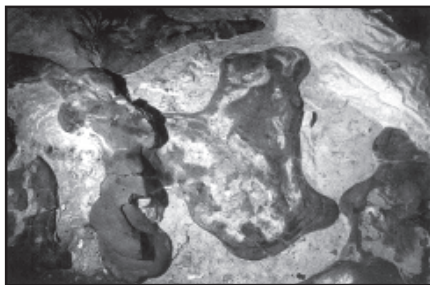
Епоха каменю, що продовжувалася майже мільйон років, залишила велику різноманітність знарядь праці, полювання, війни, причому основним їх матеріалом був кремінь, який давав при розколюванні гострий ріжучий край.

Кременеве мінеральне утворення складається з кристалічно-

го й аморфного кремнезему (опалу, халцедону або кварцу) й зустрічається в природі у вигляді конкрецій, жовен, лінз, пластів, які залягають серед вапнякових та крейдових відкладень.

Збирання кременевого матеріалу протягом палеоліту призвело до значного збожіння поверхневих покладів, тому в часах мезоліту й неоліту таке збирання поступово змінюється цілеспрямованою розробкою з певної глибини.

Яскравою пам'яткою підземного видобутку кременю є неолітична копальня в



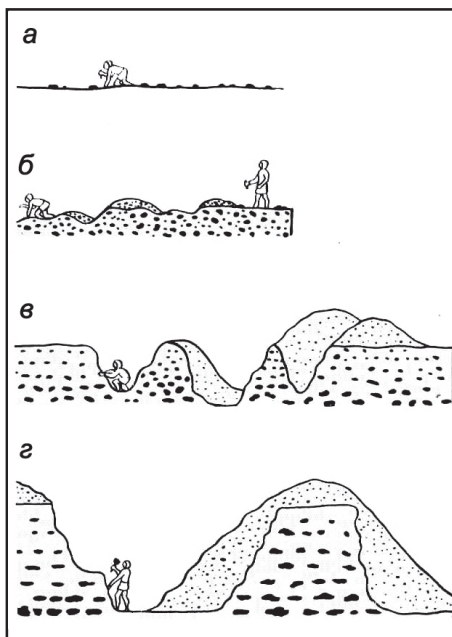
*Конкреції смугастого кременю
з Кшемьонка*



Кшемьонках (воєводство Свєнтокшиське), яка вважається найстарішою в Польщі й однією з найкраще збережених в Європі.

Розвиток гірничої справи в районі Кшемьонк був пов'язаний з появою перших поселенців (землеробів і скотарів), які, ймовірно, прибули з півдня Європи, головним чином – з території Моравії й Словаччини, на початку IV тисячоліття до н.е. За даними радіовуглецевого датування, копальні в районі Кшемьонк експлуатувалися у період від 3900 до 1600 років до н.е. Видобувна діяльність була припинена в епоху бронзи. Покинуті виробки протягом тисячоліть були заховані в лісах, що вирости на породних відвалах сірого вапняку. Багатовікова господарська діяльність пізніших поколінь стерла сліди давнього гірництва.

Відкрито цей давній гірничий район в 1922 р. геологом Я. Самсоновичем. Варто уваги, що про стародавні виробки добре знали мешканці ближніх сіл Магонь та Кшемьонки, але не надавали цьому практичного значення. Наукове відкриття копалень розпочалося з археологічних досліджень численних кременевих виробів неолітичних культур та висування гіпотез про походження сировини. Археолог С.Круковський вперше окреслив можливий регіон видобутку кременю на теренах Польщі й зацікавив цією проблематикою геолога Я. Самсоновича, який провадив у цей час підготовку геологічних карт району Свєнтокшиських гір. Наукові



*Етапи видобутку кременю:
а – збирання; б – викопування з
поверхні; в, з – розробка за допомогою
ям та уступів*



розвідки останнього були вельми успішними. Почалися дослідження гірничих виробок.

Технологія розробки

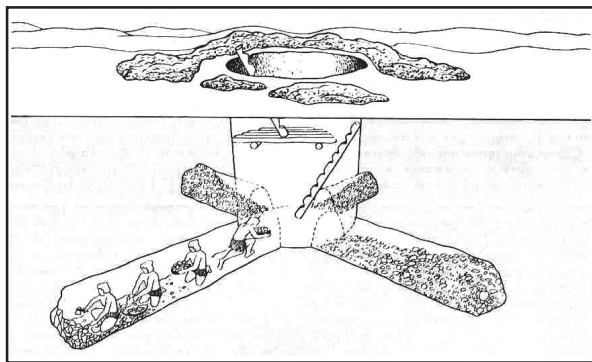
Шахтне поле Кшемьонки має форму, наближену до параболи довжиною близько 5 км і шириною від 200 до 20 м, що складає



Шахтне поле копальні в Кшемьонках

площу біля 785 тис. м². Геологічні особливості характеризуються виходами на краю синкліналі покладів вапняку юрського періоду (верхньооксфордський ярус). Шари сірого смугастого кременю залягають на двох рівнях на глибині від 2 до 8 м. За даними Є. Бонбла, на теренах і в околицях Кшемьонки було у період неоліту понад 5 тисяч гірничих виробок.

Технологія видобутку, в залежності від глибини покладу, мала три варіанти. У західній частині шахтного поля, де кремень знаходився на глибині близько 2 м від поверхні, застосовували ямний спосіб (діаметр ям 3-5 м). При заляганні кременю на глибині 3,5-4 м проводили невеликі вертикальні стволи і з їх донній частині по-



Розробка кременю горизонтальними виробками

слідовно споруджували горизонтальні видобувні виробки. Після вичерпання кременю або досягнення максимально можливої (для даних умов підтримання) довжини, ви-

робку послідовно засипали породою. Останню отримували при спорудженні нової горизонтальної виробки, що виключало підйом зайвої породи на поверхню й підвищувало стійкість вмісного масиву. При найглибшому заляганні кременевих конкрецій (близько 8 м) стволи проходили на глибину до 9 м і широкими вибоями відробляли поклад. При цьому формувалася камерно-ціликова система виробок, загальна площа яких сягала до 400 м². Пуста порода підіймалася на поверхню, де з неї навколо стволів насипали відвали.

З метою забезпечення стійкості покрівлі й виключення обвалень порід при проведенні виробок формували цілики з вапняку, що обмежували ширину виробленого простору. Іноді виконували підпирання покрівлі за допомогою опорних стовпів з породних блоків. Таким чином гірники неолітичних часів забезпечували надійність виробок, які збереглися до сьогодення в непорушеному стані.

Висота виробок складала від 55 до 120 см (у середньому близько 80 см), а їх довжина не перевищу-



Цілики з вапняку для підтримання виробок



Цілики й підпірні стовпи

доліт, важелів, скребків тощо. Ствол кожної копальні на поверхні накривали дахом і огорожували для запобігання попадання опадів. Для освітлювання використовували дерев'яні смолоскипи й масляні лампи. Циркуляцію повітря здійснювали за допомогою з'єднання стволів збіркою та підтримання вогнища на дні вентиляційного ствола. Виникаюча тяга (від руху вгору теплого повітря) створювала своєрідну всмоктуючу систему вентиляції.

Сумарний об'єм споруджених гірничих виробок складає близько 500 тис. м³. За даними археологів, кількість працівників на кожній з копалень дорівнювала 5-10 осіб. Щорічний видобуток кременю забезпечував до 40 тисяч виробів (сокир, ножів тощо), а ареал їх розповсюдження сягав відстані до 600 км від Кшемьонк. Причини припинення видобутку кременю в середині II тисячоліття до н.е. не пов'язані з суттєвим зубожінням родовища чи технічними труднощами, а викликані, скоріш за все, витісненням кременевих знарядь мідними й бронзовими виробами.

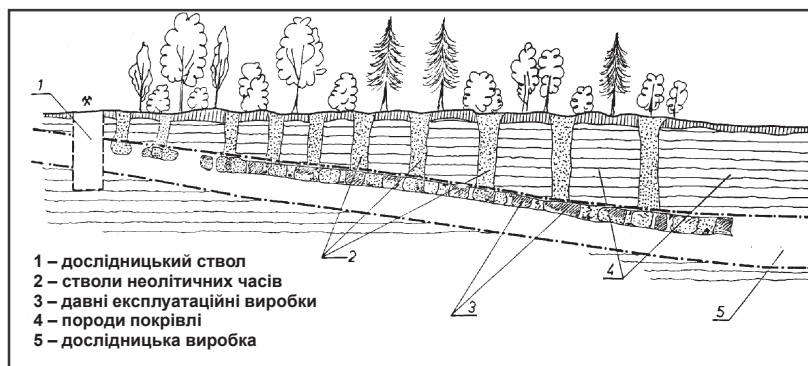
вала зазвичай 20 м. Використання такої малої висоти виробок не може бути пояснене заляганням покладу кременю чи потребами стійкості виробки в масиві вапняку. На думку археолога С. Круковського, це пояснюється пристосуванням умов праці під землею до тих, які гірники мали в помешканнях на поверхні. Висота будованих на той час землянок не перевищувала 1 м, що відповідає розмірам підземних виробок.

Проведення виробок здійснювали за допомогою знарядь з кременю, пісковика, кістки, рогу. Знаряддя виконували функції клинів, ударників,



Музеєфікація копальні

У 1926 р. на ділянці шахтного поля Кшемьонки було створено археологічний заказник, а з 1985 р. відкрито підземні туристичні траси (сьогодні їх довжина сягає понад 500 м) і музей давнього гірництва. Нині здійснюється програма подальшого розвитку і облаштування музейного комплексу. Для доступу до гірничих об'єктів було пройдено ствол діаметром 3 м, який закріплено клінкеровою цеглою.



Переріз шахтного поля

Перша підземна екскурсійна туристична траса мала початкову довжину близько 100 м, при ширині виробок 1,2 м й висоті - 1,8 м. Для забезпечення можливості зручного пересування відвідувачів висота старих виробок (0,5-1,2 м) була збільшена. При цьо-



Сучасне кріплення виробок і камер



му породи покрівлі руйнувалися за допомогою відбійних пневматичних молотків. Порушення форми й розмірів виробок призвело до зниження стійкості вмісного породного масиву, який за тисячоліття існування копальні отримав численні порушення й тріщини. Для підтримки протяглих виробок було застосоване рамне змішане кріплення, а в камерах викладені додаткові опорні стовпи з блоків породи, які мало відрізняються від кріплення давніх часів. В окремих зонах була здійснена ін'єкція в масив скріплюючих синтетичних смол, які забезпечили стійкість та безпеку покрівлі.

Нині реконструйовані виробки створюють обхідний шлях навколо комплексу старих низьких вибоїв та непорушених ходів, які вигідно експонують найбільш цікаві пам'ятки копальні. У музеї можна побачити знаряддя праці гірників, зразки видобутого кременю, засоби його обробки, велику кількість давніх виробів, а також цікаві макети, що відображають працю давніх гірників.

Неолітична копальня кременю Кшемьонки була вписана в реєстр світової промислової спадщини, що свідчить про виняткове значення збережених раритетів, про увагу до історії гірництва.



2.3. КОРОЛІВСЬКА СОЛЯНА ШАХТА «ВЕЛИЧКА»

Історичний екскурс

Важко перебільшити значення солі в житті людей. Недаремно в давні часи слов'яни називали сіль “найбільшою дорогоцінністю”. Це було пов'язано не тільки із смаковими та поживними якостями цього мінералу, а, в першу чергу, з його консервуючими можливостями. Хто мав сіль, той забезпечував тривале збереження продуктів і отримував переваги в боротьбі за існування.

Археологічні дослідження території Велички (8 км від сучасного Кракова) показали, що виварювання розсолу, який черпали із соляних джерел, застосовували тут уже в IV тис. до н.е.

Пізніше почали будувати розсільні колодязі (вертикальні виробки, які розкривали горизонт солоних вод). Імовірно, під час таких робіт гірники почали натрапляти на поклади кристалічної солі, що й започаткувало підземну розробку родовища.

Поклади велицької солі почали експлуатувати у 80-х роках XIII ст. Тут був розташований великий центр солеваріння, що мав назву *Magnum Sal* – Велика сіль (звідси й назва «Величка»). Вигідні гірничо-геологічні умови, простий доступ до соляних покладів привели до швидкого розвитку шахти й виникнення поселення гірників, якому в 1290 р. були даровані права міста. Шахта була власністю польських королів і давала на той час більше 30% надходжень у державну казну. У 1368 р. король Казимир Великий затвердив «Гірничий статут», який урегульовував правові питання організації та управління Краківськими копальнями солі (разом з «Величкою» в підприємство входила шахта в Бохні). Згідно із статутом, була встановлена адміністративна ієрархія, окреслені компетенція й права гірників та чиновників-контролерів. Визначалися також річні обсяги видобутку й правила торгівлі. Від імені короля шахтою керував соляний пристав (т.з. «жупник»). «Гірничий статут» був одним з перших в Європі гірничих привілеїв, який звільняв гірників від феодалної залежності, закладав підвалини нових відносин у господарстві та суспільстві.

У XIV ст. у Велицькій шахті було близько 60 солекопів-стольників, які мали свої ділянки розробок і спадкоємні права на



гірничу діяльність. Вони наймали гірників, організовували підземні роботи (часом працювали й самі), а видобуток продавали королівському приставу за фіксованою ціною. У кожному стволі був штейгер, який керував підземними роботами, відповідав за технічний стан машин і безпеку виробок.

У XIV ст. у «Величці», окрім першого («Горишівського»), діяли ще чотири стволи: «Регіс», «Свадковський», «Свентославський» і «Водяна гора». Останній слугував для підйому розсолу, оскільки, поряд з механічними способами видобутку, застосовували також водне розчинення солі й транспортування розсолу.

Наприкінці XV ст. король, маючи великі борги перед багатими міщанами, віддав їм у заставу Краківські копальні. У резуль-



Панорама робіт з солевидобутку. Величка

таті хижацького господарювання тимчасових правителів Велицька шахта була розорена й спустошена. У 1507 р. копальню викупив із застави Ян Бонер і з часом повернув їй колишнє значення.

До XVI ст. гірничі роботи були сезонні (з осені до весни), потім видобуток вели безперервно. За свідченнями відомих відвідувачів копальні (папський нунцій Ф. Руджері, літератор Х. Шедель, венеціанський посланник Х. Ліппомано), у XVI ст. на шахті постійно



працювали 1000-1500 гірників, а річний видобуток солі сягав до 7-8 тис. т. У цей час у «Величці» було збудовано три нових стволи: «Бонер», «Буженін», «Льоїс». Як писав французький дослідник Ле Лабур'єр (1647 р.): *«Соляні копальні велицькі не менш знамениті, ніж піраміди єгипетські, але більш корисні. Вони є похвалою пам'яткою працелюбності поляків»*.

Нестача грошей на військові походи змусила короля Стефана Баторія знову передати шахти в оренду. Корисливе господарювання нових хазяїв (П. Прован, С. Любомирський) співпало зі стихійними лихами (епідемії, пожежі), бунтами гірників та жорстоким їх приборканням. Усе це призвело до регресу видобувних робіт.

Нове піднесення гірництва у «Величці» розпочалося за часів короля Зигмунда III, який стимулював професійну майстерність гірників, запрошував іноземних спеціалістів для інженерно-технічних робіт. Так, шведський геодезист М. Герман у 1631-1639 рр. виконав відомі плани трьох горизонтів шахти, а також міста Велички. Видобуток у цей період сягав від 20 до 40 тис. т щорічно.

Подальший розвиток копальні пов'язаний із передачею правління саксонським підприємцям (1718 р.) і дорученням технічного нагляду талановитому інженеру Я. Борляху (з 1743 р.), який виконав нові плани гірничих робіт, запропонував оригінальні розв'язання технічних проблем, поглибив стволи до третього рівня, ввів новий гірничий статут, сприяв появі в камерах копальні творів мистецтва, які здобули їй всесвітню славу.

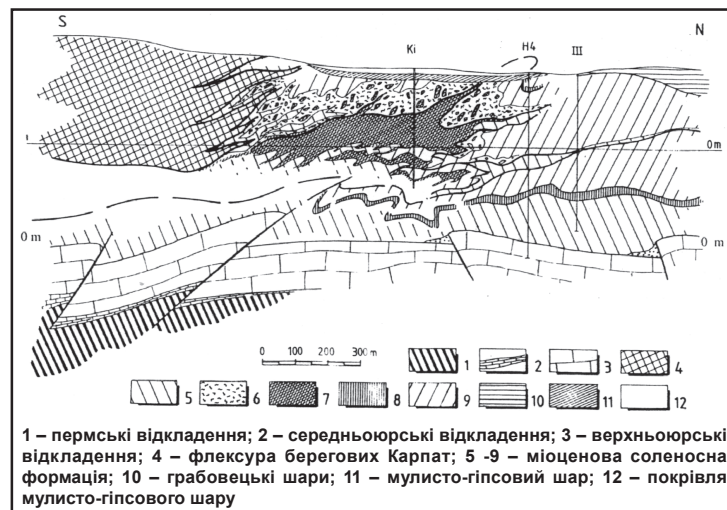
У 1772 р., після поділу Польщі, «Величка» відійшла Австрійській імперії. Шахта була належно оцінена, збережена, а в XIX ст. модернізована. З 1867 р. правління копальнею було підпорядковане галиційській владі у Львові. Сіль видобували до 1996 р., але вже в XIX ст. соляна шахта у Величці мала екскурсійні маршрути і була своєрідним музеєм. За сім століть експлуатації тут було видобуто 7,5 млн. м³ солі. Вражаючи гірничі виробки (2040 камер різної величини), гірничі техніки різних часів, твори мистецтва, неповторність підземної архітектури сприяли внесенню у 1978 р. велицької шахти до переліку найбільш цінних об'єктів світової культури ЮНЕСКО.



Геологічна інформація

Велицьке родовище є частиною підкарпатської соленосної зони, яка виникла близько 20 млн. років тому в міоцені. Родовище утворилося у результаті випару міоценового моря в умовах особливо сухого й жаркого клімату. Внаслідок пізніших тектонічних зсувів, пов'язаних з формуванням Карпат, первинні відклади переміщалися, що створило складну й неповторну будову соляного родовища. Характерною його особливістю є те, що воно складається з двох різних частин. Верхня – у вигляді брил і блоків кам'яної солі, розміщених у зелених соляних мулах. У цій частині на невеликих глибинах 50-140 м розміщувалися (сьогодні вже в більшості видобуті) гігантські соляні брили, які сягали об'єму понад 20 тис.м³ (деякі до 100 тис. м³). Внаслідок зеленкуватого кольору кристалів крупнозернистої будови сіль зветь зеленою.

Нижня частина родовища – пластові поклади, які зберегли первинне чергування шарів. Вона сформувалася у вигляді трьох головних складок, круто спадаючих у південному напрямку. Тут залягає дрібнозерниста сіль, яку називають спіновою, разом з якою в підшві родовища залягають шари шурфової солі. Вмісні породи подані мулистими й мулисто-гіпсовими відкладами, які ізолю-



Геологічний розріз родовища



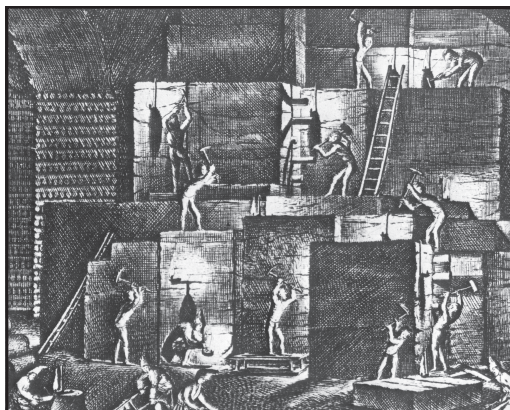
ють родовище від водоносних шарів (четвертинних і юрських). Випадкове порушення гірничими роботами мулового шару, який ізолює поклади, кілька разів приводило в історії шахти до її затоплення водою.

Довжина родовища з заходу на схід сягає 10 км, ширина – 0,5-1,5 км, середня потужність – 400 м. Більшість виробок рудника розміщена у верхній частині родовища, де розташовані брили різної величини. Особливі камери були виконані в таких брилах, причому величина камер залежала від розмірів цих соляних блоків. Після відробки брил почали експлуатацію нижніх соляних покладів пластової будови. Окремі реологічні властивості соляного гірського масиву є причиною повільного затискання пустот велицького родовища, що посилює тектонічні рухи, пов'язані з місцевою тектонікою Карпат. Неоднорідна геологічна будова й петрографічний склад викликають мінливість фізико-механічних властивостей солі й сусідніх порід. Неоднорідність гірського масиву впливала на методи видобутку солі.

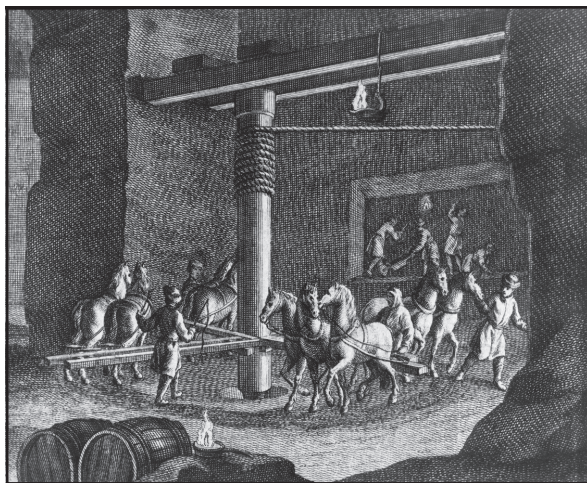
Розвиток технології

Початок механічного видобутку солі у Величці пов'язаний з традиціями солеваріння, причому в умовах копальні з'явилася можливість мати постійний штучний розчин і не залежати від мінли-

вих природних соляних джерел. Розсіл подавали по стволу «Водяна гора», збагачували дрібною сіллю й виварювали в спеціальних ємкостях. Як паливо використовували дерево, що, з урахуванням великих об'ємів його споживання, створювало постійну проблему забезпечення солеварень паливом. За дум-



*Розробка соляних блоків
(за В. Хондіусом, 1645 р.)*

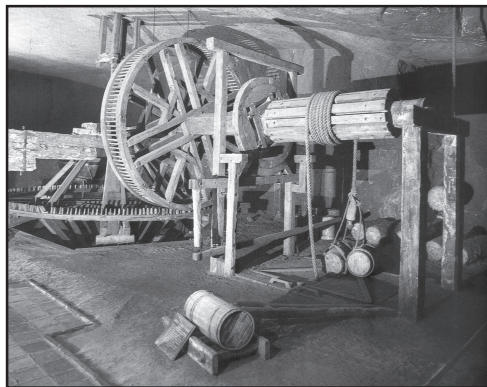


Кінний привод (за Я. Борляхом, 1719 р.)

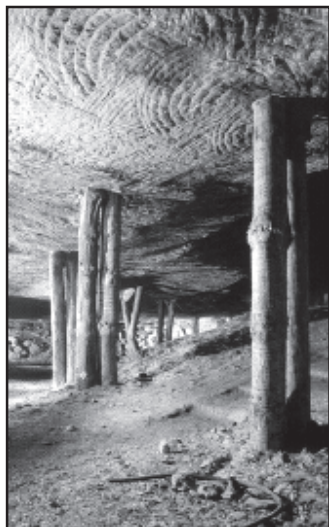
кою німецького дослідника історії гірництва К. Бакса, солеварні Європи були головною причиною винищення в період середньовіччя більшої частини безмежних європейських лісів. Тому механічна (т.з. «суха») розробка підземних соляних по-

кладів, яка дозволяла відразу отримувати високоякісну сіль, мала суттєві переваги.

Спершу проходили ствол, який повинен був влучити у велику соляну брилу. Її експлуатація велася зверху вниз. За допомогою дерев'яних або залізних клинів відділяли соляні блоки правильної форми, які потім поділяли на частини й обтісували в циліндри (т.з. «баби»). Останні, незважаючи на велику масу (від 300 до 2000 кг), перекичували й транспортували на поверхню. Спочатку для підймання використовували коловорот, який рухався мускульною силою рук. На межі XIV й XV століть, під час правління пристава М. Бонера, почали використовувати великі горизонтальні вали, приводом для яких слугували топчійні колеса. У XV ст.,



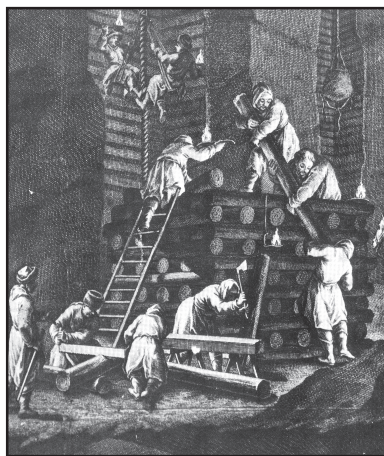
Шахтні підйомні машини XVIII ст.



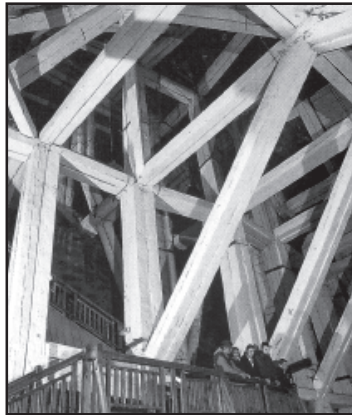
*Кріплення камер
за допомогою стояків*

за часів пристава Серафима, над стволом Сераф поставили перший кінний привод, що стало переломною подією в розвитку ефективності вертикального транспорту. Використання коней у шахті почали вже в XVI ст., що значно полегшило транспортування солі й розв'язало проблему «вузького місця» в загальній системі видобутку.

Спочатку кожен ствол був окремою шахтою, а гірничі виробки (камери великих розмірів) не поєднували стволи один з одним. З'єднання стволів розпочали в другій половині XV ст., причому до кінця XVII ст. проведення штреків було безсистемним, з суттєвими недоліками планів гірничих робіт (що почасти пояснюється численними змінами власників і організації робіт). Значний внесок в упорядкування мережі виробок вніс Я. Борлях, а пізніше –



*Спорудження дерев'яного костра (за Я. Борляхом, 1719 р.).
Сучасний вигляд кострів (клітей)*



Просторові конструкції дерев'яного кріплення

австрійська адміністрація наприкінці XVIII ст. (зокрема була введена система поздовжніх та поперечних штреків, що оптимізувало горизонтальний транспорт).

Перші три сторіччя шахта здебільшого поширювалась у горизонтальних напрямках, обмежуючись глибиною 60 м. Поодинокі розвідки більш глибокими шурфами в XV ст. започаткували поверхову розробку родовища. У XVII ст. роботи вели вже на трьох горизонтах, на глибині до 210 м.

Проведення виробок і видобуток солі за допомогою виключно ручного гірничого інструменту тривав до XVIII ст. У 1743 р. у Величці були впроваджені вибухові роботи з використанням пороху, які стали масовими з 1772 р. З початку XIX ст. на шахті діяли парові водовідливні машини. З 1876 р. використовували механічні врубові машини. Кількість діючих стволів зросла до 14 (за весь період експлуатації їх було 26).

Експлуатація кожної брили йшла згори вниз, причому могла тривати кілька десятиліть. У результаті розробки виникали камери з великими габаритами неоднакової форми. По контуру камери гірники залишали соляний шар, який створював своєрідну підтримуючу оболонку й запобігав обрушенню гірських порід. Крім того, стійкість камер забезпечувалася за допомогою дерев'яних стояків або кострів (з XIV ст.), а також соляних ціликів у вигляді опорних стовпів (з XV ст.). У деяких камерах («Михаловіце», «Дроздові-



це», «Й. Пілсудського» та ін.) застосовували складні просторові дерев'яні конструкції, які й зараз викликають захоплення в гірничих будівельників і численних відвідувачів копальні.

Разом з розробкою соляної брили велися підземні пошукові роботи за допомогою горизонтальних штреків, які споруджували в різних напрямках. Таким чином навколо ствола створювалася складна система виробок на кількох горизонтах. Для підтримання пошукових та транспортних виробок використовували зазвичай різні конструкції дерев'яного рамного кріплення.

Найвідоміші виробки велицької копальні

Після закінчення розробки в 1996 р. персонал шахти був переорієнтований на створення туристичних підземних трас, відновлення старих виробок і камер, забезпечення їх стійкості й безпеки, реставрацію давніх гірничих машин і обладнання. Зараз надходження від туризму багаторазово перевищують прибуток від промислового використання шахти в останні десятиріччя.

На сьогодні в копальні зареєстровано 194 км гірничих виробок (загальний об'єм понад 855 тис. м³) та 2040 камер (об'єм перевищує 6,5 млн. м³).



Пам'ятник Миколі Копернику з соляного моноліту

Сьогодні відвідання старої частини шахти розпочинається спуском по стволу «Данилович» (збудований у 1635-1642 роках) дерев'яними сходами з 394 сходинок, що ведуть до I-го горизонту «Боно» (64 м глибини). Перша камера «Миколи Коперника» була споруджена в брилі зеленої солі наприкінці XVII ст. Вона мала округлу форму й уміщувала кінний привод підіймальної машини. Зараз у ній встановлений пам'ятник Копернику (скульптор В. Халек), який відвідував шахту під час навчання в Ягеллонському університеті (1493 р.). Обік камери розташована каплиця св. Антонія, покровителя



гірників. Це найстаріша каплиця, яка збереглася повністю. Перше урочисте богослужіння провели тут у 1698 р. Каплиця була споруджена в соляному моноліті, а статуї Петра й Павла, Богородиці, св. Антонія, короля Августа II вирізьблені з окремих соляних блоків (як і більшість інших скульптур копальні). Вівтар у стилі барокко являє собою соляний барельєф.

Камера «Яновіце» з'явилася в першій половині XVII ст. як розширений штрек. У 1967 р. тут створена скульптурна композиція (автор М. Ключек), яка відображає легенду відкриття велицької солі княгинею Кінгою.

Ім'ям блаженної Кінги названа одна з найбільших і найкрасивіших каплиць копальні. Її обладнали в 1896 р. в камері, яку створювали в 1870-1880 роках. Вона знаходиться на глибині 101 м, має висоту 10-12 м, ширину – 15-18 м і довжину біля 55 м. Головним виконавцем скульптурних робіт був шахтар Ю. Марковський, який працював тут у 1895-1920 рр. Багатий вівтар, численні скульптури святих, барельєфи, що відображають основні події Євангелія створюють неповторний ансамбль підземного храму. Особливу надзвичайність додає каплиці та обставина, що все в ній зроблено із солі різних кольорів. У світі є небагато місць, які вражають і надихають людину такими високими почуттями, як ця зала. Завдяки чудовій акустиці, каплицю св. Кінги часто використовують як концертний зал камерної музики.



Королівська копальня солі «Величка» (каплиця блаженної Кінги)

Приствольна камера ствола «Кенегунда» збудована в 1829 р. Ствол з'єднував перший («Боно») та другий («Братів Марковських») видобувні горизонти. На контурі виробки помітні вигадливі форми вторинної кристалізації солі. Скульптури камери демонструють традицію шахтарських вірувань у підземних гномів (т.з. «краснолюdekів»). Автор (С. Козик) зобразив їх у вигляді майстрів основних гірничих спеціальностей велицької копальні.



Кожен гном – це приклад шахтарської професії (є навіть штейгер). Тільки весела фігурка з розставленими руками (у центрі композиції) викликає запитання відвідувачів. На дотепну думку велич-



Камера «Еразма Баронча»

ких гірників, це образ представника професійної спілки.

Камера «Еразма Баронча» створена в 1846 р. і названа ім'ям директора від австрійської адміністрації. Вона поєднана штреком із каплицею Кінги. Дно камери заповнили розсолом і на цьому штучному озері збудували помости для відвідувачів. Камера служить також цікавим прикладом забезпечення стійкості виробки комбінацією соляних ціликів, дерев'яних кострів і «органного» кріплення (встановлені один до одного дерев'яні стояки нагадували труби органа).

Камера «Михаловіце» споруджувалася у 1717-1761 роках і є однією з найбільших (об'єм біля 20 тис. м³). Назва походить від імені Михайла Михаловича, прапорноносця польського короля Яна Собеського, армія якого визволила Відень від турецької навали. Незадовільний стан покрівлі камери став причиною спорудження унікального дерев'яного кріплення, яке, окрім функціонального, несе високе естетичне «навантаження». Центральна частина кріплення являє собою дві масивні опори з колод, поєднаних за допомогою металевих стрічок та скоб. Цікавим є забезпечення просторової стійкості конструкції (розноси, перекриття, стяжки).

Камера «Веймар» почала експлуатуватися у перші роки ХХ ст. Має форму дзвона об'ємом понад 10 тис. м³. У ній відсутнє



підпорне кріплення. Спочатку соляну брилу пройшли похилою виробкою поміж нижнім (транспортним) і верхнім (вентиляційним) штреками. Видобуток почали зверху, ідучи в боки і вниз. Зараз у камері збудовані дерев'яні сходи й платформи, а дно заповнене соляним розчином. Завдяки корисній шахтній атмосфері, у копальні створено протиалергійний санаторій (камери «Веймар» і «Весель» служать для реабілітації хворих).



*Дерев'яне кріплення в камері
«Михаловіце»*

У XIX ст. створена камера «Варшава», яка має розміри 54х17х9 м. Своєю формою вона нагадує сучасні спортивні зали, тому й використовується для проведення спортивних змагань, танцювальних вечорів, урочистих зборів. У ній зроблена дерев'яна підлога.

Камера «Длугоша» має прекрасну акустику: використовується як концертна зала. Вражаючі конструкції дерев'яних кострів і «органного» кріплення споруджені тут здебільшого як декоративний елемент оформлення зали.

Таким чином, копальня солі у Величці є сьогодні не тільки музеєм, а й пам'яткою неповторної підземної архітектури і скульптурного мистецтва, медичним центром, концертним і спортивним палацом, лекторієм, має навіть підземне поштове відділення (єдине в світі).

Всесвітній туристичний інтерес, великі практичні можливості використання гірничих виробок велицької шахти свідчать про актуальність і перспективність відродження історичних шахт.

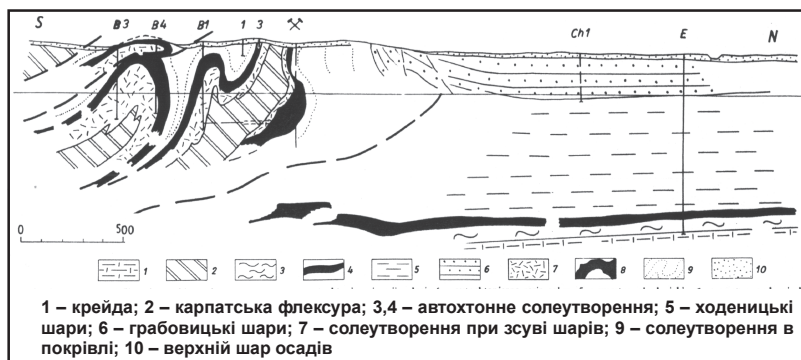


2.4. СОЛЯНА ШАХТА В БОХНІ

Геологічна інформація

Родовище солі в Бохні бере початок з тієї ж міоценської формації, що й родовище у Величці, але має інший вигляд і геологічну будову. В останній фазі гороутворення Карпат осадові породи отримали флексурну структуру у вигляді хвиль, простягнених з півдня на північ, а сіль була витіснена з шарів пустих порід. Це викликало природне збагачення соляних покладів у Бохні. Ерозія бохненської антиклінальної складки дала можливість відкрити родовище й забезпечити доступ до нього.

У горизонтальному й вертикальному розрізах родовище має форму, наближену до форми лінзи. Соляна світа є нерегулярною, простягається по лінії схід-захід на довжину близько 3600 м із основним нахилом на південь. Нахил у верхній частині складає близько 50° , а нижче – $30-45^\circ$. Ширина родовища є змінною й коливається від кількох десятків метрів у верхній частині до кількох сот метрів на глибині 300-400 м від поверхні землі.



Геологічний розріз

У соляній світі, яка складається з глин, пісковиків, мергелів і ангідритів, знаходяться поклади шурфової солі, проте відсутня «зелена сіль». У геологічній будові бохненського родовища можна виділити:

- надсоляні відклади покрівлі з середньою потужністю 300 м;
- комплекс південних покладів солі потужністю 2-4 м;



- комплекс центральних покладів солі потужністю 8-12 м;
- відклади підшви потужністю близько 35 м.

З експлуатаційної точки зору найбільшою промисловою цінністю, внаслідок значного тектонічного збагачення, є комплекс центральних покладів.

Історія розробки родовища

Рудник у Бохні є найстаршим підземним центром видобування солі в Польщі, щодо якого доречні слова Ксенофонта («Прибутки»): *«Буває земля, що засіяна не приносить плодів, а розрита – нагодує значно більше людей, ніж коли б вона приносила плоди»*. Найбільш ранні сліди солеваріння з розсолних джерел походять з епохи неоліту й були датовані періодом близько 3,5 тис. років до н.е. До середини XIII ст. солеваріння в околицях Бохні було єдиним методом виробництва солі. Перша джерельна згадка про поселення з назвою Бохня походить з 1198 р. і стосується «солі з Бохні», власник котрої Мікора Грифіта подарував сіль монастиреві Божогробцув з Мехова. Солеваріння дало початок Бохні як поселенню, а видобуток кам'яної солі – місту. Безпосереднім результатом відкриття соляного родовища було створення міського центру на території соляних шахт, названих польською мовою «Бохня», а німецькою – «Зальцберг» (фрагмент тексту привілею міста Бохні, виданого в 1251 р. краківським і сандомирським князем Болеславом Соро-м'язливим).



Давня камера вибухових матеріалів

Кам'яну сіль відкрито в Бохні на півстоліття раніше, ніж у Величці. Це відкриття, ймовірно, було пов'язане з участю монахів із Вонхоцька, відомих своїми гірничими традиціями і відкриттям рудників у межах Свентокшиських гір. Визначено, що бохнійські



родовища почали експлуатувати з 1248 року. Відсутність гірничого вміння місцевих мешканців та складні гірничо-геологічні умови видобування призвели до запрошення гірників з Кутньої Гори (Кутенберга) й Сілезії, які мали значний досвід у рудознавстві й зуміли правильно спорудити соляну шахту. Це ще раз підкреслює універсальний і, водночас, різнобічний характер гірничої справи.

Перші два стволи виникли в середині XIII ст. Це були «Газарис» і «Суторис», у яких безпосередньо видобували сіль у вузькій смузі виходу на глибині 50-60 м. Перша фаза розробки родовища полягала в проходженні щоразу нових стволів у західному й східному напрямках. У той час створено 12 нових стволів.

Формально гірниче поселення в Бохні отримує права міста в 1253 р., на чотири роки пізніше, ніж Краків, і на 37 років раніше, ніж Величка. Бохня швидко стає динамічним гірничим і торговим осередком Центральної Європи. Проте, з огляду на умови видобування, ціна бохнійської



*Фрагменти виробок і зразків
соляних покладів.
Шахта Бохня*

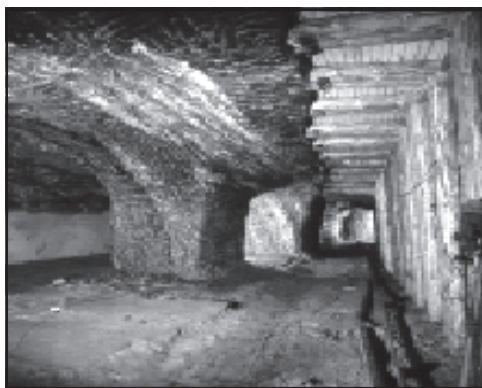


солі була приблизно в 1,5 рази вища від ціни велицької солі. Застосування гірничих машин, кінного приводу й транспорту на межі XV і XVI ст. (раніше, ніж у Величці) суттєво зменшило цю різницю. У цей період стволи «Суторис» і «Флорис» були об'єднані виробкою, яка в XVII ст. була продовжена у східному напрямку, а в західному об'єднана із стволом «Регіс». Таким чином, виник перший видобувний горизонт «Данеловець». Завдяки системі шурфів і похилів та застосуванню зміцненого кріплення, розробка покладів поступово поглиблювалася. З середини XVI ст. важливу роль у видобуванні відігравав ствол «Кампі». У XVII-XVIII ст. було 6 діючих стволів, причому експлуатувалися вони не постійно. У XVIII ст. горизонт «Данеловець» втратив видобувне значення, проте залишився водовідвідним рівнем.

У період першого поділу Польщі у 1772 р. вважалося, що бохенські родовища були вичерпані. Але незабаром розробку було розпочато знову, вона тривала безперервно до закриття шахти. Ліквідація копальні як закладу видобування солі проведена в 1990 році. З того часу функціонувальна модель шахти, змінена на санаторно-туристичний центр.

Технологія видобутку

Просторове розташування гірничих виробок у копальні Бохня зумовлене складною геологічною будовою соляного родовища. Геологія й технічні можливості визначили напрямки проведення гірничих робіт. Розробка покладів, які залягали на глибині, вимагала проведення перших стволів та шурфів. Оскільки їх доводили до нижніх соляних шарів, вони служили також пошуковими виробками. Найдавніші гірничі роботи, ймовірно,



Підпірні цілики та дерев'яні стояки



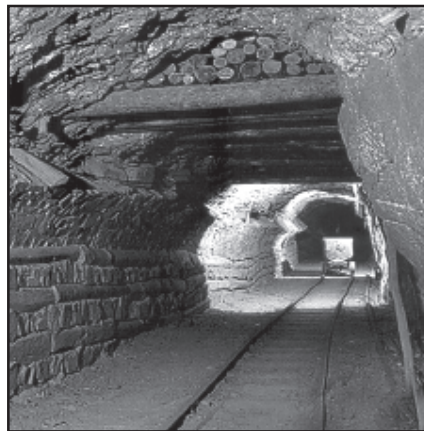
Підтримання виробленого простору за допомогою сухої закладки (зліва) та дерев'яних кострів

були виконані ще в XII ст. на глибині 15-45 м від поверхні землі на виходах солі між майбутніми стволами «Регіс» і «Суторис». У середньовіччі сіль видобували на трьох рівнях у верхній частині родовища, які називалися

«Данеловець», «Собеський» і «Вернер» та розташовувалися на глибині від 70 до 135 м.

З плином часу гірничі роботи пересувалися на захід, опускаючись щоразу глибше. До нинішніх часів виробки були розташовані на 16 рівнях. Протягом століть видобували тільки чисту сіль з тонких покладів майже горизонтального залягання. Використовували спеціальний метод вибирання: вузькі видобувні камери по простяганню покладу розробляли за сходишковою системою з сухим закладанням виробленого простору. Найчистішу сіль транспортували на поверхню, а дуже забруднену залишали у виробках як закладку.

Система розробки принципово не змінилася протягом усього XVIII ст., хоча від 1776 року тут почали використовувати вибухові роботи. У 1854 році конопляні линви замінено сталевими, у 1860-х роках введено залізні рейки й вагонетки, у 1874 році в стволі «Суторис», а в 1883 році в стволі «Кампі» встановлено парові підіймальні машини.



Комбіноване кріплення (муровані стіни та дерев'яні верхняки)



У 1966 році на руднику впроваджено т.з. «мокру» систему видобутку, яка полягала в розмиванні соляного масиву камер гідромоніторами або вилуговуванні відбитої соляної породи в так званій розчинній вежі. У нижній частині копальні була збудована велика насосна станція і одночасно завершено відведення четвертинних вод, які накопичувалися у ліквідованих і діючих стволах. Вода, яка проникала в глибину шахти, дуже зашкодила старим виробкам копальні. З метою обмеження її неконтрольованого надходження виконано перебудову першого рівня («Данеловець») і ствола «Суторис».

На сьогоднішній санаторна шахта в Бохні має такі об'єкти, які підлягають охороні:

- три діючі стволи («Кампі», «Суторис», «Тринітатис»);
- три «старі» горизонти на стволі «Суторис» («Данеловець», «Собеський» і «Вернер»);
- тринадцять «нових» горизонтів.

Безперервне видобування солі, яке тривало понад 750 років, призвело до значного деформування гірського масиву. Об'єм пустот складає понад 1 млн. м³. Нині доступні виробки з загальним об'ємом близько 450 тис. м³. На сьогодні детальне відтворення найцікавіших камер і горизонтів копальні (в т.ч. «Данеловця») ускладнене, тому що не залишилося старих карт і планів, але реставраційні роботи тривають.

Санаторна шахта сьогодні

Соляна шахта в Бохні функціонувала безперервно від середини XIII ст. до 1990 року. Після 750 років експлуатації вона була поставлена в стан ліквідації, з умовами збереження старої підземної частини, територію якої вписано до реєстру пам'яток Тарновського воєводства. Давня частина копальні складалася з вертикальних виробок у вигляді стволів і шурфів, а також капітальних штреків між стволами. У 1995 році, через п'ять років після формального закриття діючої шахти, розпочала діяльність спілка «Санаторій «Соляна шахта Бохня», яка стала організатором робіт реставраційного, туристичного й санаторного напрямку. У 2000 р., з огляду на винятковість просторової підземної архітектури, істо-



рико-технічну цінність, природничі достоїнства, а також повну автентичність копальні, розпорядженням Президента Республіки Польща «Соляна шахта Бохня» була визнана пам'яткою історії польського народу.

Дії в напрямку пристосування рудника до санаторних функцій розпочато набагато років раніше, з підтвердженням лікувально-профілактичних властивостей шахтної

атмосфери, її позитивного впливу на дихальну систему й протиалергійних властивостей (насиченість мікроелементами йоду, магнію, високий ступінь іонізації, постійна температура й вологість). Зараз у діючому санаторії створені всі умови для ефективного медичного обслуговування хворих.

Слід відзначити, що майбутнє бохненського підземелля пов'язане не тільки з розвитком санаторних послуг, але й з кількома туристичними та спеціалізованими підземними трасами. Передбачається відновлення гірничих виробок і створення трьох варіантів трас довжиною 2,6; 2,8 і 7,4 км. Цільове створення туристично-санаторного комплексу буде полягати в пристосуванні до цих цілей камер, протяглих горизонтальних і вертикальних виробок із загальним об'ємом близько 20 тис. м³. Зараз роботи з відновлення й забезпечення стійкості виробок охоплюють 38 найцінніших об'єктів гірничої матеріальної культури.

Роботи по закладанню небезпечних камер з одночасним віднов-



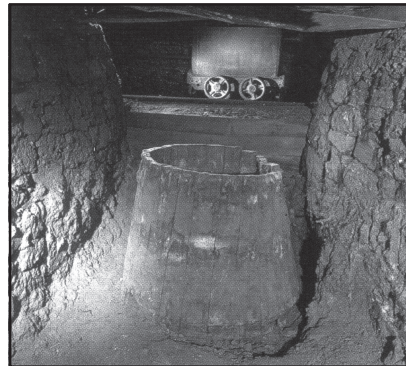
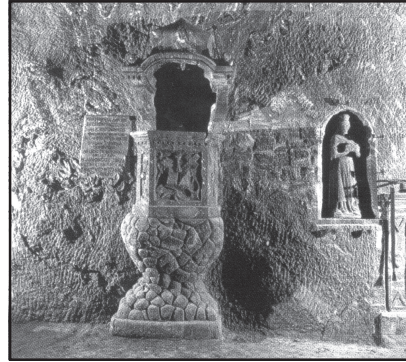
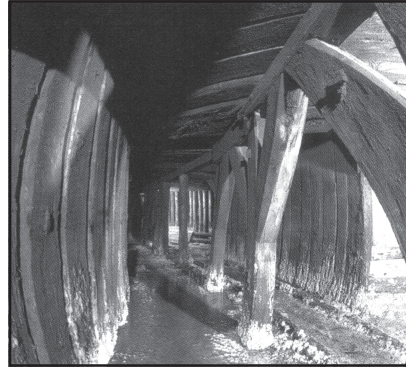
Камера «Важин»



Камера «Стайня»



ленням виробок, які охороняються, багато в чому викликані колишнім застосуванням «мочної» технології видобування солі біля південної межі родовища. Інтенсивне затискання камер на нижніх рівнях, яке спостерігалось у 70-х роках минулого століття, призвело до значного деформування підземних виробок й осідання земної поверхні над ними. Постраждали старі камери на вищих рівнях. Для зменшення навантаження на виробки, які підлягають охороні, передбачається протягом найближчих років здійснити закладку зайвих камер на нижніх рівнях. Історичні виробки, що розміщені на 9 експлуатаційних горизонтах на глибинах від 70 до 327 м, мають протяжність близько 60 км і розташовані на площині довжиною 3,5 км вздовж осі захід-схід і шириною до 250 м вздовж осі північ-південь. Численні ділянки цих виробок виступають як природничі (геологічні) й гірничо-технічні заказники.



Шляхами підземної туристичної траси в Бохні



2.5. ШАХТА ЗОЛОТА В ЗЛОТОМУ СТОЦІ

«Золото – чи зло то?»¹

Серед усіх багатств, що породжені гірництвом, золото найбільше вплинуло на розвиток суспільних відносин, оскільки протягом тисячоліть відіграло роль грошей, засобу обміну, еквівалента праці, сили та влади.

Сучасні дані пов'язують початок використання золота з VI тисячоліттям до н.е. Краса й рідкісність цього металу сприяли створенню дорогоцінних виробів мистецтва, які стали знаковими символами багатства давніх володарів країн Месопотамії, Кавказу, Єгипту. Уже в стародавньому світі золото виконувало функцію скарбу (накопичення й збереження вартості праці), причому з кінця IV тисячоліття до н.е. в Єгипті його використовують як платіжний засіб. При царюванні фараона першої династії Менеса виникла практика таврування зливків, що давало гарантію ваги й проби.

Де й коли з'явилися перші монети, до кінця не з'ясовано наукою й зараз. Геродот у своїй «Історії» приписує винахід монет лідійцям, народу, що мешкав на заході Малої Азії: *«Першими з людей вони, наскільки нам відомо, почали карбувати золоту й срібну монету та вперше зайнялися дрібною торгівлею. Самі лідійці стверджують, що й ігри (олімпійські – авт.), які нині в ходу в них та в еллінів, – їх винахід»*. Початок карбування монет у Лідії відносять до VII ст. до н.е., а протягом наступних ста років монети розповсюджуються на всю грецьку цивілізацію в Середземному морі. Велика кількість золота останнього царя Лідії Креза увійшла в прислів'я як синонім багатства й стала причиною перської агресії.

У IV ст. до н.е. «все золото світу» було накопичено вже в скарбницях володарів Персії, що, зокрема спричинило західну експансію під проводом Олександра Македонського. Після розпаду його імперії шляхом малих воєн величезні запаси золота розтеклися по всій Ойкумені й знову були сконцентровані вже в Римі, особливо після завоювання Іспанії, Галії та Єгипту (I ст. до н.е.). Таким чином, сформований зв'язок «війна – золото» (і навпаки) назавжди увійшов в історію народів.

¹ Не виключено, що походження слова *золото* в слов'янських мовах базується на понятті *зло*.



Починаючи з міфів про нібелунгів та аргонавтів, сюжети яких обертаються навколо золота та його злої сили, фольклор та художня література усіх часів зберегли безліч спостережень та думок про роль золота в житті людей. Г. Агрікола (1494-1555 рр.) в першій книзі своєї енциклопедичної праці «Про гірництво та металургію» подає змістовний обмін думок античних мислителів щодо гірництва, який обертається здебільшого навколо золота. Саме в ньому деякі філософи вбачали причини воєн, людської нерівності, численних злочинів та розпусти. З цього випливав висновок, що гірництво створило умови для появи й розповсюдження зла, гірнича справа є пагубною й небезпечною для людства. *«Люди гинуть за метал...»* – звучить арія Мефістофеля у опері Гуно «Фауст». Опоненти цих поглядів (у тому числі й Агрікола) показали, яку користь несе гірництво й здобутки його, а причини зла бачили в жадобі й ганебних рисах окремих людей, а також в устрою суспільних відносин. Спробуємо з цих позицій поглянути на золото й ми.

Завдяки своїм фізичним властивостям, золото не іржавіє, як залізо, не вкривається зеленим окислом, як мідь, не темніє, як срібло. Воно м'яке й ковке. Висока вартість золота сприяє тому, що, будучи раз видобуте, воно не зникає з обігу, лише перевтілюється в різні речі. Не виключено, що каблучка на пальці читача зроблена з золота, видобутого чотири тисячі років тому в Давньому Єгипті, і перебувала раніше у вигляді зливка, чаші, монети, годинника тощо.

За оцінками експертів, втрати золота (обіг монет, скарби, затонулі кораблі) склали не більше 10-11%, що робить надзвичайно важливим питання про загальну кількість золота, видобутого людством.

Численні наукові розвідки свідчать, що з VI тис. до н.е. до кінця II тис. н.е. видобуто приблизно 100 тис. т золота. Уся його кількість може розміститися в кубі з ребром приблизно 17 м (висота п'ятиповерхового будинку). Цікаво, що до відкриття Америки було видобуто не більше 13 тис. т і вартість золота була дуже високою (ціна звичайної ювелірної прикраси в середньовічній Європі дорівнювала вартості невеличкого села з мешканцями й худобою).



Якщо в ранньому феодализмі мало місце своєрідне повернення до натурального господарства й на кілька століть майже припинився видобуток і карбування золота, то господарче зростання багатьох регіонів Європи в XIII-XV ст. вимагало підвищення кількості цього металу. Це спричинило інтенсивні пошуки й поширення видобутку золота як в Європі, так і за її межами (з чого й почалася епоха великих географічних відкриттів). Саме на цей час припадає початок сталого видобутку золота в копальні Злотий Сток (Нижня Сілезія), яка являє яскравий приклад середньовічного європейського гірництва.

Історія розвитку гірництва в Злотому Стоці

У 1933 р. в Злотому Стоці (стара назва Райхенштайн, з німецької – «багатий камінь») урочисто святкували тисячоліття місцевого гірництва.

Проте дата початку гірничих робіт не була достатньо підтверджена документально й базувалася на знахідках гірничих споруд, що мали ознаки кінця першого тисячоліття.

Найдавніші письмові джерела, які стосуються Злого Стоку, пов'язані з закладеним у 1210 р. монастирем цистерціанців («білих монахів») у Камінці Зомбковіцькій, а перший спогад про гірничі роботи з'являється тільки у 1273 р. Це був привілей Генріха Пробуса, виданий монастиреві на гірничі пошуки. Місіонерське завдання «білих монахів» було спрямоване на гірничо-господарську колонізацію центральної і Східної Європи.



Розкриття покладу за допомогою стволів і штолень (за Г. А'ріколою, 1556 р.)



Сьогодні важко відтворити детально історію тих часів, оскільки під час пожежі в 1428 р. (період Гуситських війн) були знищені гірничі й металургійні знаряддя, а також усі документи за попередні роки. Нове пожвавлення Злотостоцького гірництва й металургії розпочалося тільки близько 1475 р.

Імовірно, що гірничі роботи швидко розвивалися, бо вже в 1483 р. князь Генріх Подебрадович надає Злотому Стоку право гірничого міста, а в 1491 р. – герб і прапор.

Найдавніші гірничі роботи проводилися на трьох найбільш висунутих на північ гребнях Злотих Гір, а саме: Ханяк, Христової і Солтисів. У XV ст. роботи були сконцентровані на покладі Золотий Осел (гора Ханяк), а в XVI ст. – на покладі небосходження (гора Христова). На схилах гір проводили видобувні й вентиляційні стволи та шурфи. Їх проходили в місцях, де знаходилися виходи старих штолень.

Вищезгадані гори були розділені між собою долинами. Біля підніжжя гори Ханяк знаходиться долина Клоцька, яка практично постійно була позбавлена води, тому видобута руда з цього району перевозилася старим гірничим трактом аж до долини Злотий Яр, де невеличка річка становила джерело енергії для гірничих пристроїв (водяних коліс, корит, ударних дробарок, мийних машин), які переробляли видобуток з усіх покладів.

З письмових джерел та старих гірничих планів виходить, що в XV і в першій половині XVI ст. видобувні роботи вели у великому



*Застосування
гідротехнічних пристроїв
(за Г. А'ріколою, 1556 р.)*



обсязі (діяло близько 190 гірничих виробок), причому річний видобуток сягав приблизно 140 кг, що складало більше 8% продукції всієї Європи. У місті карбували золоті монети номіналом 10 дукатів, що ходили в Центральній Європі.

Організація робіт базувалася на індивідуальних концесіях на окремі ділянки покладу, власники яких часто об'єднувалися у виробничі товариства. Перелік ділянок у 1455 р. нараховує 86 назв. Схожа ситуація існувала і в регіональній металургії. На плані рудника знаходяться численні позначки невеликих відвалів шлаків як позначки малих печей, які плавили золото з руди різних гірничих товариств XV-XVI ст.

З XVI ст. головну роль на руднику відіграє підприємство Фуггерів², яке скуповує продукцію власників концесій, а пізніше й більшу частину гірничих ділянок. Як приклад грабіжницького господарювання Фуггерів, можна згадати трагедію в стволі «Золотий Осел», яка сталася у 1565 р. внаслідок економії на засобах кріплення й безпеки виробок. Головний видобувний ствол глибиною 72 м був повністю знищений обвалом бокових порід. У кам'яному мішку залишилося 59 гірників. Відбудову ствола власники вважали недоречною, і завал залишився нерозібраним, а загиблих шахтарів ніколи не знайшли. Ця трагедія стала початком злої смуги для підприємства Фуггерів у Злотому Стоці і призвела до їх виходу з концесії.

У XVII ст. експорт колоніального золота з Америки й Азії став причиною застою й регресу європейських шахт золота, продуктивність яких на той час суттєво знизилася, а гірничо-геологічні умови ускладнилися. Тридцятирічна війна (1618-1648 рр.) привела до занепаду гірництва в Злотому Стоці, новий підйом якого у XVII ст. був пов'язаний з видобутком багатих арсенових руд.

Значний розвиток пошукових і гірничих робіт починається в 1701 р., коли алхімік Г. Шарффенберг винайшов способи промис-

² Фуггери (Fugger) – в XV-XVII ст. найбільший німецький (з м. Аугсбурга) торговельно-лихварський дім, який відіграв важливу роль в епоху становлення нових господарських відносин у Європі. Позичали гроші монархам і впливовій шляхті багатьох країн, за що отримували право на експлуатацію золотих, срібних та мідних рудників. Проводили світову торгівлю металами. Одними з перших ввели монопольне об'єднання та технічне забезпечення видобутку, збагачення й металургії кольорових металів. Всіляко підтримували й фінансували експедицію Христофора Колумба.

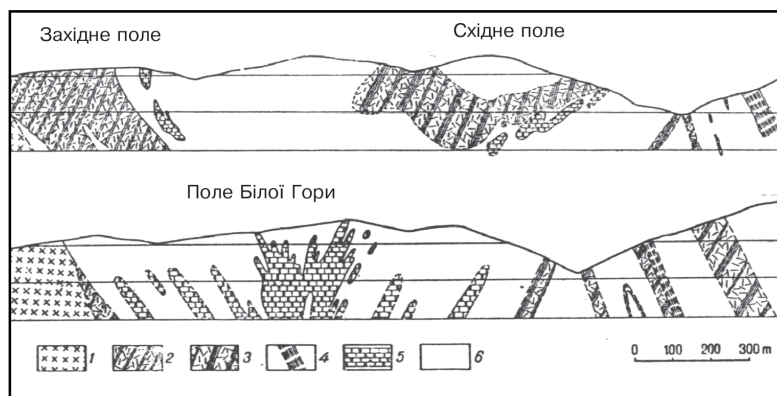


лового виготовлення арсену. З того часу об'єми гірничих робіт постійно зростали. Поряд з основним видобутком арсенових руд у 1801-1850 рр. на руднику методом емульгації арсенових шлаків отримують золото, з 1848 р. його отримують методом хлорування.

На початку XX ст. підприємство модернізується (будується транспортна штольня «Гертруда» довжиною 1,5 км, інші виробки). Під час Другої світової війни рудник не був знищений. Після передачі польському уряду він за короткий час досяг передвоєнного рівня видобутку арсену і золота (як побічного продукту) й експлуатувався до 1961 р. З 1997 р. рудник відкрито для туристів як гірничий музей.

Геологічні й технологічні особливості розробки родовища

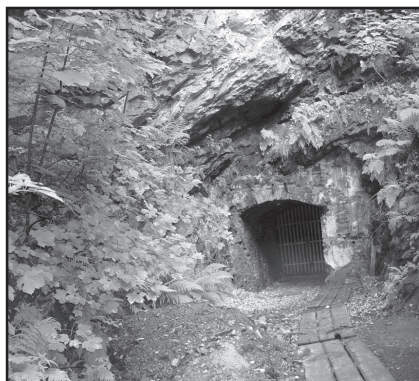
Район Златого Стоку належить до найбільш складних у Польщі з погляду геологічної будови, що пов'язано з тривалим процесом формування Златих Гір. Мінерали представлені порушеними гнейсами, доломітовими вапняками, сланцями з вкрапленими мармурами. Експлуатувалися і поліметалічні руди, багаті на золото та арсен, які являють собою льолінгіт (FeAs_2) та арсенопірит (FeAsS), що супроводжуються оксидами різних металів (заліза, свинцю, цинку, міді). Поклади руд мали форму великих нерегулярних стоячих жил, або лінз. Вони виникли внаслідок дії високотемпера-



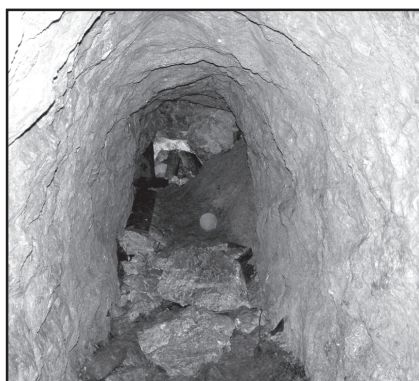
Геологічний розріз



Типовий вигляд ствола



Вхід у штольню



Обрушення порід покрівлі

турних гідротермічних розчинів у зоні контактів доломітових мармурів. Розміри окремих рудних тіл були в межах 150-180 м, товщина доходила до 25 м (одна з лінз мала потужність 50 м). Нахил рудних тіл складав $55-80^\circ$. Поклади мали численні диз'юнктивні порушення.

Початково золотоносні руди видобували в неглибоких шурфах на поверхні гори, які розміщували на виходах покладів. Далі руду подрібнювали, відокремлювали пусту породу й плавляли в печах поблизу виробок. У процесах плавлення золота супутній йому арсен випаровувався й отруював довкілля, у зв'язку з чим місцеві мешканці залишали свої поселення на період плавки, що тривав кілька днів. Уже в XIII ст. в Злотому Стоці плавляли як свої, так і Золоторийські руди.

З XIV ст. видобуток проводили тільки підземним способом, оскільки неглибокі виходи багатих руд було вичерпано. Надалі видобували тільки руди, які містили велику кількість арсену (більше 30%), з яких безпосередньо виплавляли золото.



Видобуток здійснювали за т.з. типовою гірничою моделлю, комбінацією штолень і стволів, що забезпечувало натуральну вентиляцію й гравітаційний водовідлив. Гірничі роботи проводили низхідним способом (зверху на щоразу нижчі рівні), залишаючи після вибраних лінз та рудних гнізд просторі камери. Закладку виробленого простору зазвичай не здійснювали, ціликів залишали недостатньо. Це приводило до проблем підтримання гірничих виробок, викликало обрушення порід та численні трагічні випадки.



Застосування вогню при руйнуванні порід (за Г. А'ріколою, 1556 р.)

Проведення виробок здійснювали за допомогою кайла, а також гірничих молотків: клин одного з них встановлювали в тріщину гірських порід, а другим наносили руйнуючий удар. У середньовіччі



Руйнування порід за допомогою гірничих молотків

таким способом проходили більшість виробок (недаремно схрещені молотки стали світовим символом гірництва). Для створення тріщинуватості порід постійно використовували вогневий метод: розпалювання вогню у вибоях виробок, який розпікав гірський масив, з подальшим його охолодженням водою. Це, завдяки різкому перепаду температур, руйнувало породи й створювало можливість молоткового відбою.

Слід зауважити, що вогняні роботи приводили до звільнення отруйного арсену, причому гірники, приймаючи отруйний газ за звичайний дим, не застосовували жодних заходів безпеки.



Смертність гірників з цієї причини була дуже високою, але протягом століть власники рудників не забороняли вогневий спосіб руйнування порід. Натомість вони поширювали чутки, що гинуть лише ті, хто привласнює знайдене золото.

З писемних джерел відома одна з найбільших проблем місцевого гірництва та металургії: постійна нестача деревини, яку спалювали у великій кількості при руйнуванні порід і витопленні золота, а також використовували для кріплення гірничих виробок.

Визначною подією технічного розвитку стало перше в світі використання на рудниках Злогого Стоку в 1612 р. вибухових робіт із застосуванням чорного пороху. Цей досвід, поширений у 1627 р. на словацькі рудники Банської Штявниці, започаткував нову технологічну епоху проведення гірничих виробок.

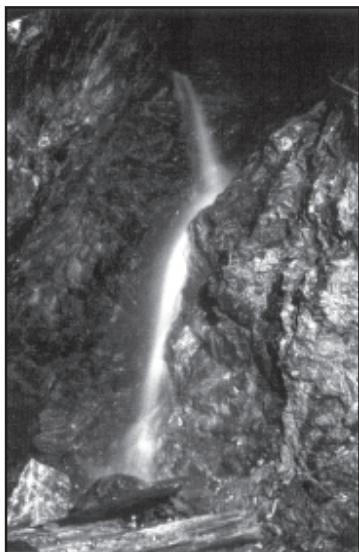
Зі старих часів залишилися сотні видобувних ям, вирв, зруйнованих шурфів, штолень і камер; численні відвали пустої породи й шлаків. Вважають, що повний об'єм видобутого й витопленого в Злому Стоці золота складає понад 16 т, а арсену – понад 125 т. Загальна довжина гірничих виробок, що розмістилися на 21 горизонті, перевищує 200 км (без урахування стволів та шурфів).

Масштабність гірничих робіт різних часів та історичне значення рудника створили умови для музеєфікації цієї пам'ятки гірництва, відновлення старих виробок і технологій.

Підземні туристичні об'єкти

Гірництво Злогого Стоку мало велике значення не тільки завдяки масштабним об'ємам видобутку, але й як значний центр технічної думки. Тут були розроблені нові способи експлуатації й збагачення відносно бідних золотих руд, розкрито секрети металургії такої сировини. У 1612 р. на руднику був вперше застосований чорний порох для вибухових робіт. У XVIII ст. тут створені засади металургії арсенових руд і їх продуктів, на які опирався розвиток цієї галузі в усій Європі.

Ідея створення музею в Злому Стоці була висунута професором Т. Дзеконським ще в 1964 р., але тільки після 30-ти років запустіння й забуття, завдяки старанням влади міста й приватних інвесторів, в 1995 р. було створено підземний музей гірництва та



Підземний водоспад

робіт тих часів можна побачити вже біля місця закладення штольні, де над просторим новим входом знаходиться низьке й вузьке вікно стародавньої штольні XVI ст. За входом розташована висока камера, яка утворилася внаслідок обвалу перекриття, що відокремлювало рівні старих і нових виробок. У дальній частині від штольні відходить кілька бічних виробок XVI ст., низьких і вузьких, зі слідами середньовічних прохідницьких робіт, а також більш просторих з добре вимощеною підосвою – XVIII-XIX ст. У штольні є сліпий ствол, який поєднує її з нижчими горизонтами. Одна із сполучених виробок веде до камери з водоспадом. Природна вода в ньому витікає з дна камери XVI ст., яка знаходиться на 10 м вище.

Будівництво штольні

металургії золота (сучасна назва «Золотий рудник»). Протягом шести років діяльності туристичного підприємства вдалося провести інвентаризацію доступних ділянок гірничих виробок давнього рудника, а потім забезпечити дві туристичні траси в штольнях «Чорна верхня» та «Гертруда». Сьогодні доступні для відвідування ділянки ще трьох штолень: «Княжа», «Чорна нижня» та «Емануель».

Штольня «Чорна верхня» складає значну частину підземної туристичної траси, дає доступ до виробок, які походять з XVI та XVII століть. Перший приклад гірничих

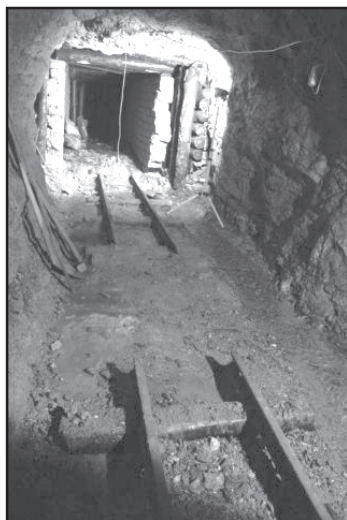


Вхід у штольню «Гертруда»



«Гертруда» закінчено в 1921 р. Дещо пізніше споруджено квершлаг довжиною 500 м, який поєднує її з приствольним двором ствола «Небосходження». Штольня «Гертруда» була головною транспортною артерією, яка з'єднувала всі гірничі поля на відмітці 360 м. Загальна довжина виробки складає 1500 м (зараз доступна на ділянці близько 1000 м). На відмітці 500 м у штольні та в прилеглих камерах колишніх складів вибухових матеріалів створено підземну туристичну трасу.

Штольня «Княжа» є найстарішою доступною виробкою рудника. Її спорудження розпочато в 1501 р., а в 1573 р. вона мала близько 420 м довжини. Після відновлення робіт у XVIII ст. штольнію збільшено ще на 50 м. Незважаючи на багатовікову експлуатацію (вона виконувала водовідливну функцію до XX ст.), ця штольня не втратила свого давнього вигляду. У перерізі виробка має характерну для періоду XVI ст. форму вузької, витягнутої трапеції. На її контурі можна побачити сліди роботи кайла і молотків (характерні борозни в породі), а також плями закопчування від гірничих каганців. Нині ця штольня доступна на довжині 192 м. На кінці цієї ділянки знаходиться обрушена зона, яка виникла поблизу сліпого ствола.



Ділянка штольні
«Чорна нижня»

Штольня «Чорна нижня» була збудована в кінці XIX – на початку XX ст. Є припущення, що вона пройдена по раніше створеній виробці малого перерізу. Зараз це відносно простора виробка склепінчастої форми з розмірами 2,5х2,5 м, з боковими ходами (один з яких спрямовано в бік каменоломні) і системою сполучених виробок у кінцевій частині. Через сліпий ствол, який іде вгору, вона поєднується зі штольнею «Чорна верхня», що розташована на 27 м вище. У наші часи відвідувачам доступні 380 м штольні. Далі йде зона обвалів.

Проведення штольні «Емануель» розпочато в 1506 р. У середині



XVI ст. вона сягала довжини 800 м, доходячи до приствольного двору ствола «Золотий Осел». Після відновлення гірничих робіт у XVIII ст. цю штольню подовжено на 440 м. Зараз виробка прохідна на відстані 840 м. Далі, приблизно до колишнього ствола «Реден» (близько 200 м), заповнена закладкою. Ділянка штольні з XVI ст. має змінний переріз і дуже крута. Частина з XVIII ст. розташована горизонтально. На доступній для відвідувачів ділянці можна побачити кілька бокових виробок, закладених породою, а також три стволи з XVI ст. (один з них без порушень). На деяких ділянках штольні застосоване кріплення з кам'яної кладки. У виробці є кілька обрушених відтинків (переважно біля стволів), рівень води на деяких з них сягає висоти 1,2 м.

Таким чином, у доступних для огляду гірничих виробках Злотостоцьких покладів можна спостерігати приклади гірничих робіт з XVI по XX ст. Недоліком туристичного маршруту є відсутність сполучення між існуючими туристичними трасами. Для того, щоб ліквідувати цю незручність, зараз проводять роботи з поєднання цих трас із залученням нових ділянок давніх виробок. Заплановано розчистити завали й закріпити недоступну частину штольні «Чорна нижня» з поєднанням із «Чорною верхньою». У планах також відновлення ствола, який з'єднає «Княжу» штольню із «Гертрудою». Після реалізації цих завдань виникне туристична траса із загальною довжиною 3,5 км, причому закінчення траси буде знаходитися усього в 15 м від її початку.

З геомеханічної точки зору, найбільшу стійкість має масив, що вміщує штольню «Гертруда». Низька міцність вмісних порід на деяких ділянках траси вимагає забезпечення стійкості за допомогою підсиленого кріплення та потребує моніторингових досліджень стану виробок. Загрозою для існуючої підземної траси може бути вплив невідомих давніх виробок, які не позначені на жодному плані гірничих робіт. Це передбачає тісну співпрацю музею з гірничими інженерами-геомеханіками. З іншого боку, гірничі виробки, технологічні засоби, давня техніка й види застосованого кріплення мають характер навчальних експонатів і можуть ефективно використовуватися викладачами гірничих спеціальностей у навчальному процесі.

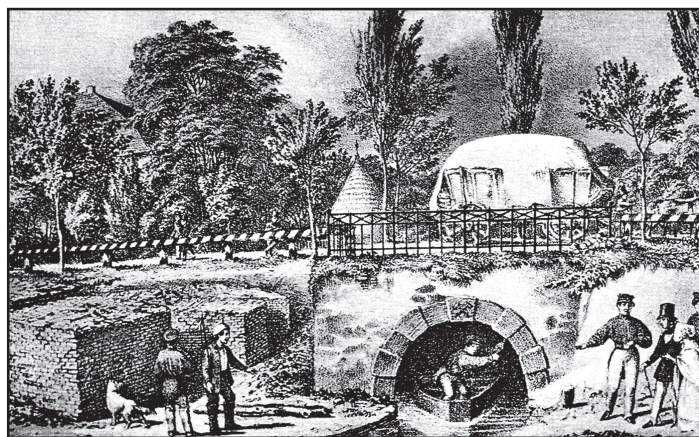


2.6. «ЛИСИЧА ШТОЛЬНЯ» У ВАЛЬБЖИХУ

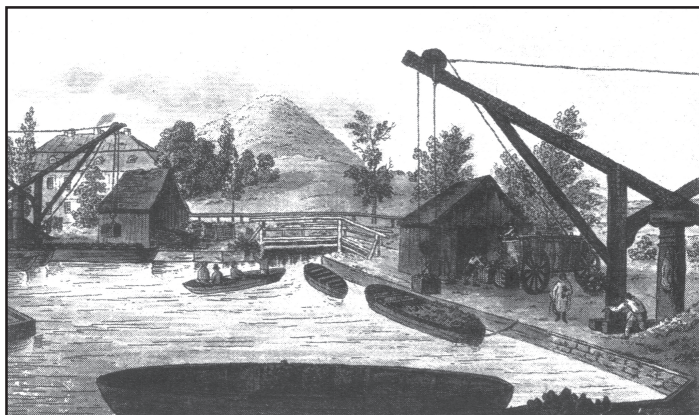
Історичний нарис

Кам'яне вугілля, яке сьогодні символізує гірничу справу й виступає її своєрідною «візитною карткою», до XVIII ст. не мало широкого використання та розповсюдження. Проте ще до нашої ери під час підземного будівництва та при розробці металічних руд гірники зустрічали вугільні пласти, знали про енергетичні властивості вугілля. У IV ст. до н.е. Аристотель у книзі «Метеорологія» говорить про «гірничі камені» та порівнює кам'яне й деревне вугілля. Його учень Теофаст у трактаті «Про каміння» характеризує якості корисних копалин, у тому числі – вугілля. Але, оскільки давня Європа була багата на деревину, розробляти вугільні поклади тривалий час не було доцільним.

Перші письмові згадки про розробку покладів кам'яного вугілля поблизу Льсжа (Бельгія) з'являються в XII ст. У XIV-XV ст. в Німеччині та Англії його застосовують у кузнях. Але справжня «епоха вугілля» розпочинається з двох винаходів: способу виплавки чавуну на кам'яновугільному коксі (лорд Додлей) та створення парового двигуна (Д.Папен, Т. Севері, Дж. Уатт). Символічно, що перший у світі паровий двигун (1698 р.) було зроблено для вугільної шахти (водовідливна машина) й названо «Друг шахтаря», а



Вигляд сплавної «Лисичої штольні» в 1850 р.



Водний басейн біля виходу «Лисичої штольні»

згодом вугілля стає головною енергетичною сировиною пароплавів, залізничного транспорту, виробничих машин; забезпечує т.з. «промислову революцію».

Зрослий попит на кам'яне вугілля в другій половині XVIII ст. привів до бурхливого розвитку будівництва й реконструкції шахт. Видатною пам'яткою гірництва тих часів стала «Лисича штольня» в Вальбжиху (Нижня Сілезія), яка багато в чому започаткувала розвиток вуглевидобувних технологій у регіоні. Слід відзначити, що кустарна розробка вугільних покладів велася у Білому Камені (зараз район Вальбжиху) починаючи з 1561 р. У 1742 р. тут була збудована шахта, яка мала 3 стволи й близько 30 штреків. У 1770 р. шахта отримала назву «Фуш» і увійшла до однойменного гірничого об'єднання. Наприкінці 80-х років XVIII ст. виникла необхідність спорудження протяглої нижньої штольні, яка б мала вирішити проблеми шахтного водовідливу й вентиляції. Вхід у штольню планувався з Лисичого Пагорба, що й визначило її пізнішу назву.

Проект штольні розробляв директор гірничої адміністрації у Вроцлаві Фрідріх фон Реден. Значний вплив на проект справило його професійне відрядження до Англії, де він ознайомився з технічним застосуванням шахтного водного транспорту. Після повернення Реден запропонував об'єднанню «Фуш» будівництво «навігаційної штольні», яка забезпечувала б водне транспортування



вугілля спеціальними човнами. Це давало можливість за рахунок ліквідації «вузьких місць» шахтного транспорту збільшити видобуток у 2-3 рази. Пропонувалося також спорудження каналу до порту на Одері з безпосереднім транспортуванням вугілля човнами.

Будову виробки розпочато в 1791 р., а вже в 1794 р., коли довжина штольні досягла 830 м, розпочав роботу водний транспорт. Під час урочистого відкриття виробку освітлювали близько сотні гірничих світильників, розміщених на кріпленні. Оркестр, шляхетна публіка й керівництво копальні на човнах пропливли всю відстань, причому в зворотному напрямку першим ішов човен з вугіллям, який радісними оплесками зустріли на виході робітники копальні та їх сім'ї.

З 1794 р. «Лисича штольня» відкрита також для відвідання туристами. Серед них були не тільки численні студенти, інженери та науковці, але й генерали наполеонівської армії, російські імператори, німецькі кайзери, міністри багатьох урядів, князі та можновладці Європи. Великою була зацікавленість гірництвом усіх верств населення.

Водне транспортування тривало до 1854 р. і було замінене на кінний транспорт, що зумовлено зміною загальної системи транспортування у зв'язку з проведенням нових стволів з паровим підйомом. Остаточно «Лисича штольня» втратила транспортну функцію в 1867 р.

Рішенням Воєводської служби охорони пам'яток у Вроцлаві (1961р.) «Лисича штольня» була вписана до реєстру пам'яток культури, оскільки є оригінальною (і єдиною, що збереглася) сплавною штольнею в Європейському вугільному гірництві. З метою збереження максимальної кількості технічних пам'яток у 1993 році у Вальбжиху на ліквідованому гірничому підприємстві «Юлія», до якого належала й «Лисича штольня» відкрито Музей промисловості й техніки. У 1995 році досліджено й визначено технічний стан, оцінені необхідні роботи для відновлення туристичної траси. Тільки 540 м виробки збереглося у відносно доброму стані, решта була непрохідною. У 2000 р. розпочато прохідницькі роботи і технічне забезпечення штольні, довжина якої складає зараз 1302 м. Нині закінчуються роботи для технічного забезпечення туристичного руху.



Будівництво й експлуатація штольні

Незважаючи на велику європейську славу «Лисичої штольні», технічна документація, яка стосувалася її будівництва, не збереглася, хоча залишилися історичні описи відвідувачів та гірничих інженерів.

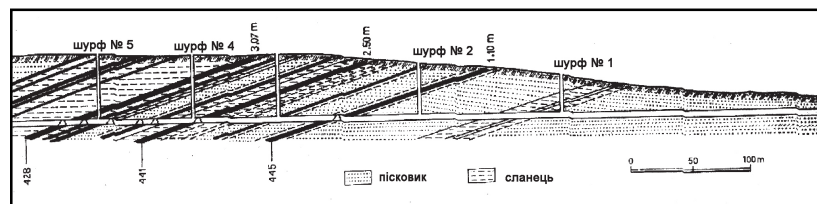
Відомо, що в 1803 р. довжина виробки сягала 1088 м, а в 1821 р., коли було розкрито останній вугільний пласт, – 1593 м. Максимальна довжина виробки складала 2100 м (1850 р.). Ширина перерізу коливалась від 1,55 м до 2,7 м (у місці, де мали розмінутися човни сягала 3,8 м), а висота – від 2,3 до 2,9 м.

Штольня перетинала 52 вугільні пласти, з яких розроблялися лише 12 потужністю 0,9-2,9 м. Нахил пластів щодо горизонталі становив 20-28°. Виробка перетинала також шари пісковиків, глинистих та піщанистих сланців різної потужності.

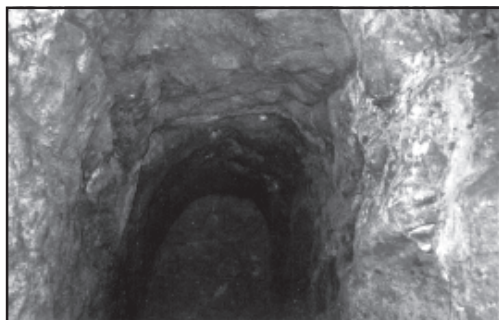
Першу ділянку штольні проходили ручним способом за допомогою зубил та молотків. Потім застосовували вибухові роботи, причому витрати пороху складали в середньому 3,6 кг на 1 лінійний метр виробки.

У міцних породах виробку не кріпили, у нестійких – споруджували тимчасові дерев'яні рами, які демонтували по мірі зведення мурованого кріплення. Останнє являє собою вертикальні стіни висотою 1,8 м з цегли, пісковика чи вапняку, товщина яких – близько 0,5 м, і склепіння товщиною 0,25-0,5 м. По довжині штольні (станом на 1810 р.) муроване кріплення займало 46% виробки, дерев'яне – 17%, а 37% знаходилося у незакріпленому стані. У XX ст. для підсилення кріплення й утримання найбільш небезпечних ділянок використовували дерев'яні та сталеві рамні конструкції.

На початку будівництва штольні прохідницькі роботи велися



Геологічний розріз штольні



*Ділянка штольні без кріплення
(споруджена в 1791 р.)*



*Ділянка з мурованим кріпленням
(споруджена у 1806 р.)*

цілодобово у три робочі зміни по вісім годин. Зафіксована продуктивність зведення мурованого кріплення: 2 муляри за 12 годин споруджували кладку на одному лінійному метрі виробки.

Вентиляція на першому етапі здійснювалася шляхом примусового нагнітання повітря до вибою. Коли довжина штольні досягла 250 м, з поверхні була пройдена свердловина, яка забезпечила природну депресію повітря. Наступну вентиляційну свердловину пройшли через 115 м, далі – через 120 м, а потім – кожні 70 м.

На виході штольні було споруджено басейн площею 650 м², де могли розташуватися 50 човнів. Їх довжина складала від 7 до 9,9 м, ширина – від 1 до 1,4 м, а висота – від 0,5 до 0,8 м. Рівень води в штольні підтримувався в межах 1-1,2 м. Човен з перегородками вміщував 2,5-2,7 т вугілля. Один цикл навантаження й транспортування вугілля до портового басейну тривав близько трьох годин. За добу через штольню транспортували (в різні роки) від 20 до 103 т вугілля.



2.7. НАРИС ІСТОРІЇ ВИДОБУТКУ КАМ'ЯНОГО ВУГІЛЛЯ У ВЕРХНІЙ СІЛЕЗІЇ

Вступ

Район кам'яновугільних шахт Верхньої Сілезії зветься Верхньосілезьким вугільним басейном. Район цей має вигляд трикутника, вершини якого визначаються містами: Тарновські Гури, Кжешовіце, Острава (лежить на території Чехії). Площа басейну становить 5400 км², з яких 4500 км² розташовано на території Польщі. Шари кам'яного вугілля в цьому районі мають численні порушення, викликані різними тектонічними рухами. Товщина шарів кам'яновугільної світи доходить у західній частині родовища до глибини 6 км, у східній до 2,4 км. У західній частині налічується 92 шари вугілля, сумарною потужністю 137 м, у східній – 49 шари, сумарною потужністю 92 м. Повні запаси вугілля до глибини 1 км становлять 100 млрд. тонн. Присутні практично всі типи марок вугілля, за винятком антрацитів.



Свята Варвара - покровителька гірників. Музей вугільної гірничої справи в Забже

Початок розробки кам'яного вугілля

На польських землях перша розробка кам'яного вугілля мала місце в Нижній Сілезії поблизу Нової Руди більше 800 років тому. У документах, що датуються до XII ст., зустрічаються численні згадки про експлуатацію кам'яного вугілля на виходах шарів на поверхню. Вугілля використовували для опалення. Зокрема, в міській книзі звітів Нової Руди зафіксоване свідчення про видобуток вугілля у 1434 р. Отже, Новорудський район є найстаршим в історії вугільної справи в Польщі. На 100 років він випереджає вугільний регіон Вальбжиха (1536 р.) і майже



на 200 років – найбільш старі шахти Верхньої Сілезії.

У Верхній Сілезії перші згадки про застосування кам'яного вугілля належать до 1542 р., коли Ян Геральтовський, власник селищ Біскупіц і Сілезької Руди, застосовував його для роботи в кузнях. У значно більших масштабах кам'яне вугілля почали видобувати в районі Верхньої Сілезії в XVII ст. Із цього часу дійшла документальна інформація про розробки в районі Тенчинка й Пшчіни.

Впродовж багатьох сторіч населення Сілезії стикалося з виходами на поверхню кам'яновугільних пластів, знало про його паливні якості, але потреби в ньому були незначними. Головною енергетичною сировиною до XVII ст. була деревина з лісів Сілезії. Деревина

була повсюдно доступною і дешевою. Однак, ця ситуація поступово мінялася. В XVII ст. частина лісів була знищена під час 30-літньої війни. Пізніше величезна кількість деревини пішла на будівництво швидко зростаючих міст і сіл Верхньої Сілезії. Численні дрібні промисли також спалювали велику кількість деревини. Особливо багато її потребували металургійні підприємства для виготовлення деревного вугілля. Кузня середніх розмірів із переробкою щорічно близько 20 тонн заліза споживала деревне вугілля, знищуючи при цьому площі лісу близько 3 га. Процеси ці підсилювалися ще більше у XVIII ст., коли почали застосовувати більші плавильні печі. У 1785 році така піч споживала понад 60 тис. т деревного вугілля. У цей самий час ціна деревини зросла на 700 %, що спонукало багатьох власників підприємств до використання кам'яного вугілля.



Середньовічні гірничі роботи



У 1657 році власник Пшчіни наказав застосовувати кам'яне вугілля у своїх кузнях і плавильнях. Було розпочато видобуток вугілля відкритим способом із застосуванням найпростішого гірничого інструмента – кайла, мотики й лопати. Примітивною експлуатацією шарів, що виходили на поверхню, займалися не професійні гірники, а селяни. Видобуток був невеликий, рахунок ішов на десятки підвід у рік.

У 1769 році початий регулярний підземний видобуток вугілля. З цією метою князь Пшчінський запросив 11 професійних гірників, оскільки місцеві відмовлялися працювати під землею. У цьому ж році почався видобуток вугілля на шахті «Мурцкі». Це була класична розробка з вертикальними стволами з підйомом ручним коловоротом. Почався період, у якому при видобутку вугілля вже працювали гірничі фахівці. У 1769 році було прийнято нове гірниче право, що регулювало правові відносини у Верхньосілезькому басейні. Видобуток вугілля за цей рік склав 367 тонн. Роком пізніше в 1770 році відповідно до гірничого статуту була зареєстрована перша шахта «Бранденбург» на території Сілезької Руди. Нова шахта одержала гірниче поле площею 1,7 га. У 1780 році існували вже 2 шахти з гірничим полем 3,4 га, які видобули за рік 821 тонну вугілля.

Поступово видобуток наростав і склав в 1800 р. близько 41 тис. т (працювало 14 шахт), в 1850 році – 975 тис. т (71 шахта), в 1900 році – 24829 тис. т. До 1900 року загальний видобуток склав близько 560 млн. т кам'яного вугілля, що характеризує найбільші в XIX ст. темпи видобутку у світі.

Розкриття родовищ вугілля

До середини XVII ст. основний видобуток вугілля у Верхній Сілезії вівся відкритим способом у місцях виходу вугільних шарів. Із часом глибина відкритих робіт зростала. Там, де вугілля було вибране на певну глибину, починали споруджувати вертикальні стовбури, від яких проводили горизонтальні штреки по вугільному пласту. Усе частіше у вугільні шахти запрошували гірників з рудних і соляних копалин (як польських, так і німецьких, чеських та словацьких). Професійні гірники володіли технологіями



Сілезькі вуглекопи кінця XIX ст.

потужними окладами, а водовідвідні – кам'яною кладкою. У кожному стовбурі крім транспортного відділення, влаштовували відгороджене щитами з дощок відділення зі сходами, призначене для спуску гірників.

Розробка вугілля

У кінці XVIII ст. вугілля почали видобувати так званим сілезьким методом, що являє собою камерно-ціликову систему. Потужні пласти вугілля розкривалися за допомогою стовбурів і розділялися штреками на ділянки (блоки) розмірами 60х40м. Ці ділянки потім ділилися за допомогою системи виробок на більш дрібні вугільні блоки розміром 18х10 м. По центру блока прово-

спорудження виробок і відповідних гірничих знарядь праці. Слабкі породи розробляли за допомогою кайла, зубила й молотка, а тверді виламували за допомогою металевих і дерев'яних клинів. З XVIII ст. століття для руйнування порід застосовувався чорний порох.

У 1818 році деякі стовбури у Верхній Сілезії сягали вже 70 метрової глибини. Вони звичайно мали прямокутний поперечний переріз і кріпилися дерев'яними вінцями, посилені вертикальними стійками. Стовбури, над якими встановлювалися парові підйомні машини, посилювалися по-



Пам'ятний диплом сілезьких вуглярів кінця XIX в., що відбиває близький шахтарям дух християнських традицій



дився штрек, що розділяв його на 2 частини розмірами 9х10 м. Частини опрацьовувалися з наступним обваленням порід покрівлі. Всі штреки мали ширину 3-4 м.

Тонкі шари, потужністю менше 1 м, експлуатувалися лавами довжиною 20-40 м. Спосіб цей був, однак, не популярним, тонкі пласти вважалися малопридатними до експлуатації. Збільшення потреби у вугіллі в 20-х рр. XIX ст. привело до підвищення площ шахтних полів. Збільшена довжина штреків стала становити до 100 і більше метрів. Ці поля ділилися на блоки шириною 6-16 м і довжиною 18 м, які опрацьовувалися камерами шириною 5-6 м.

Застосовувалися також капітальні штреки шириною близько 3 м, які підтримувалися тривалий час, і експлуатаційні штреки шириною 4-5 м, які забезпечували видобуток вугілля. У ґрунті по боках виробки формували канавку для стоку шахтних вод. При відпрацьовуванні чергових камер залишали з боку старих виробок так звані «ноги», тобто запобіжні цілики вугілля шириною 2-4 м. У покрівлі штреків залишали шар вугілля, що забезпечувало запобігання обвалів порід. Пласти вугілля потужністю більше 6 м розділяли на 2 підпласти. У першу чергу витягали верхній шар вугілля, а після спорудження системи кріплень переходили до відпрацьовування нижнього шару. З 1820 року почали використовувати похили й похилі стовбури, які сполучалися з виймальними горизонтальними штреками.

Способи відбійки вугілля

Спочатку кам'яне вугілля відокремлювали за допомогою зубила (клина) і молотка або за допомогою кайла. Гірники формували в середині пласта горизонтальний вруб, а потім за допомогою кайла й лома руйнували вугілля над і під врубом. Близько 1790 року за рекомендацією Редена (директор вищого гірського правління Сілезії) була впроваджена виїмка вугілля вестфальським способом. Він полягав у проведенні одного горизонтального врубу в підшві пласта, а потім 2-х вертикальних врубів з боків. Глибина горизонтального врубу становила близько 1,25 м при його висоті 25-30 см. Вертикальні вруби мали подібну глибину, а їхня ширина становила близько 50 см. Оскільки створення вертикальних врубів



Стадія відбійки вугілля на пласті великої потужності при стовпівій системі розробки (Катовіце, початок XX ст.)

віничком з пір'я. Потім у шпур укладався пороховий заряд разом з голкою, що забезпечувала вибуховий канал. Після цього шпур заліплювали корком із глини. Після виймання голки на її місце вставляли соломину, заповнену порохом. На її кінці зав'язували нитку, просочену сіркою, яку підпалювали. Від місця вибуху необхідно було відійти на 100 м. Ширше застосування пороху почалося в 40-х рр XIX століття. З 1841 р. почалося його систематичне застосування на шахті «Король». За допомогою вибухової

займало багато часу й сил, гірники виконували їх дуже неохоче. І поступово система перейшла на винятково горизонтальні вруби в підшві. Застосовуваний інструмент для відбійки вугілля й порід швидко затуплювався, зношувався, й кожна шахта мала свої кузні, де він відновлювався.

Час від часу для руйнування порід і відбійки вугілля застосовувалися вибухові технології з використанням чорного пороху. Разом з тим, це була трудомістка технологія. Шпури глибиною близько 1 м видовбувалися за допомогою долота й молотка. Далі шпур очищався спеціальним пристосуванням з лопаткою на кінці, а потім



Створення врубу в підшві вугільного пласта з використанням ланцюгової врубової машини (Катовіце, початок XX ст.)



відбійки робили горизонтальні вруби в ґрунті пласта. Ця технологія одержала ще більше поширення у 1842 році з винаходом бікфорового шнура.

Кріплення виробок

Для кріплення виробок у вугільних шахтах в основному використовували дерево. Це були, головним чином, соснові колоди. У стовбурах застосовувалося кріплення, що складається з горизонтальних дерев'яних вінців (окладів), посилених вертикальними стійками між вінцями. Штреки оснащували рамним кріпленням, причому діаметр стійок становив 20-40 см, а верхняк – 15-20 см. Верхняк і стійки зчленовувалися за допомогою спеціальної виїмки, яку називали «в'язання». У випадку крихких порід покрівлі на верхняк укладали дерев'яні затяжки. При видобуванні вугілля по довжині лави встановлювали ряди «органичних» стійок. По закінченні робіт кріплення витягали, причому гірники, які виконували цю небезпечну роботу, одержували оплату від кожної витягнутої стійки або верхняка. Після витягнення кріплення виробки обвалювалися. Шахти в той час споживали значні обсяги деревини. У 1818 році для видобутку 1000 т вугілля було потрібно 22 м³ деревини. У 40-х роках XIX ст. кількість споживаної деревини зросла до 40 м³, а в складних гірничо-геологічних умовах – до 100 м³ на 1000 т вугілля.



Роботи при стовпovій системі розробки з підвішеними жолобами (Катовіце, початок XX ст.)

Освітлення, вентиляція, безпека гірничих робіт

Для освітлення в шахті гірники спершу використовували тільки масляні лампи, які спалювали близько 100 г масла за 12-годинну зміну. Оскільки розроблялися в основному негазові пласти вугілля,



ля, лампи Деві не були потрібні. Провітрювання здійснювалося шляхом природної депресії за допомогою системи численних стовбурів. Для примусової вентиляції в деяких випадках використовувалися вентилятори з кінним або людським приводом, а також вентилятори місцевого провітрювання з використанням повітряних міхів і трубопроводів. У 50-х роках XIX ст. з'являються перші вентиляційні печі, які служили для підігріву вихідного повітря з метою посилення його тяги. Піч являла собою викладену кам'яною кладкою камеру з високим каміном, з'єднаним каналом зі стовбуром. Подібні конструкції були встановлені на шахтах «Король» і «Королева Луїза».

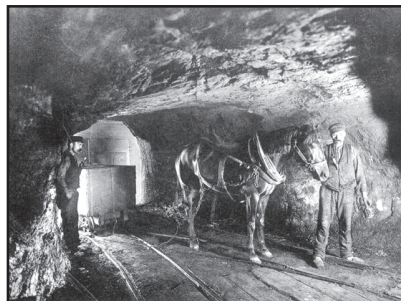


Ручний вентиляційний пристрій

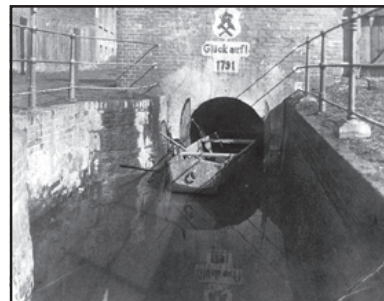
Усередину шахти спускалися й виходили назовні сходами, які розташовувалися в спеціальному відсіку піднімального стовбура. Оскільки підйом був фізично важким, то влаштовувалися спеціальні платформи для відпочинку. Іноді гірники спускалися вниз по канату, або в баддях підйому. Останнє призводило до частих травм і були заборонені гірничим правлінням. Більшість нещасних випадків були викликані обвалами порід, падінням у стовбур. Особливу небезпеку являли підземні пожежі, основною причиною яких було самозаймання дрібного вугілля або занесення вогню з поверхні. З пожежами боролися лише одним способом – відокремлювали перемичками зону пожежі від шахти. Перемички робили з кам'яних стін і глиняних смуг. Стовбури, які не вдалося вберегти від пожежі, засипали. Гасіння пожежі тривало в деяких випадках кілька років. Наприклад, пожежа на шахті «Фані» тривала з 1823 по 1859 рік.



*«Шахтарське свято». Картина
штейгера Р. Новака (кінець XIX ст.)*



Кінна відкатка у вугільній шахті



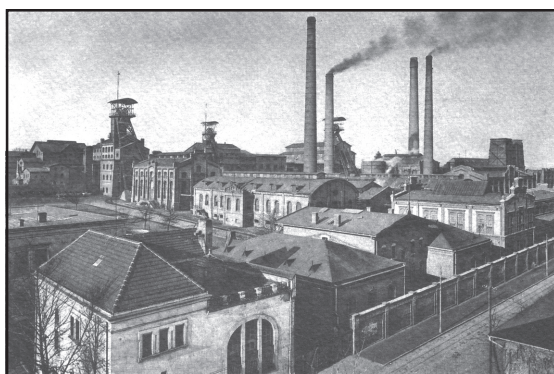
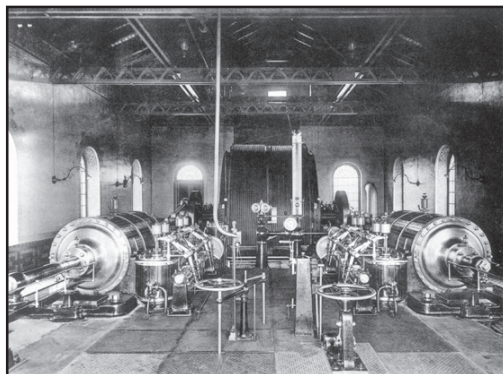
*Транспортування вугілля в
човнах (водна штольня
у м. Забже)*

Отже, історія Верхньосілезького вугільного басейну заклала основи його подальшого розвитку. Велику роль відіграло прийняття гірничого права, яке майже на 100 років унормувало юридичні норми й правила вугільної галузі. Саме в цей час у регіоні виникли перші вугільні шахти індустріального типу. Вони розробляли вугілля на більших глибинах, застосовуючи парові машини для підйому вантажів і водовідливу, кінну відкатку для транспортування вугілля і матеріалів, буровибухові технології для руйнування порід. У цей час виникли нові селища гірників-вуглярів,



*Збирання породи й
оббурювання породного
вибою (Катовіце, поча-
ток XX ст.)*

*Парова піднімальна
машина в шахті
«Королева Луїза»,
м. Забже, 1915 р.*



*Поверхневий
комплекс вугільних
підприємств Сілезії
(Катовіце, початок
XX ст.)*



система підготовки кадрів і державної опіки галузі. Успіхи сілезької вугільної промисловості у ХІХ ст. були пов'язані з рядом реформ, проведених у Пруссії, які уможливили вільну ринкову економіку.

Хронологія найважливіших подій у розвитку кам'яно-вугільної галузі в Польщі:

1434 - перший документально зафіксований факт видобутку вугілля в Нижній Сілезії;

1478 - регулярний видобуток поблизу Заціша біля Нової Руди (шахта «Йозеф»)

1557 - князь Пшчіни Фон Промнітц розпорядився про промисловий видобуток кам'яного вугілля на своїх землях. Це перша інформація про видобуток вугілля у Верхній Сілезії.

1659 - згадка про видобуток вугілля поблизу Тенчинка;

1740 - спорудження вугільної шахти «Мурцкі»;

1769 - закладка шахти «Бранденбург» на території Руди Сілезької;

1788 - застосування парової машини;

1790 - декрет міністра Фон Хойнітца, що започаткував інтенсивний розвиток гірничої справи у Верхній Сілезії;

1791 - уведення в експлуатацію шахти «Король» у Хожові й «Королева Луїза» у Забже;

1806-1868 - будівництво Ключової наслідної штольні між Хожовом і Забже для забезпечення водовідливу (довжина 14,2 км);

1853 - перше сортування вугілля в шахті «Король» у Хожові;

1860 - впровадження в гірниче виробництво перших установок для пневматичного буріння;

1862 - впровадження кінної відкатки для транспортування вугілля;

1867 - перше застосування динаміту;

1875 - перше електричне освітлення (шахта «Матильда» у Лепінах Сілезьких);

1880 - перша підземна електрифікована транспортна колія.



2.8. КРЕЙДЯНИЙ РУДНИК У ХЕЛМІ

Геологічна інформація

Територія Хелму складається з вапняних порід (крейда, мергелісті вапняки, мергелі) крейдового періоду, потужністю понад 300 м (на окремих ділянках до 500 м). Ці відклади виступають у вигляді виходу пласта або під прикриттям четвертинних осадів потужністю від кількох до кількох сотень метрів. Вони слабко порушені тектонічно. Помічені системи тріщин у підземних виробках, а також значний ступінь дезінтеграції крейдових відкладів у поверхневій зоні та їх водонасиченість мають великий вплив на зниження стійкісних параметрів крейдового масиву. Утворення тріщин вивітрювання, викликане геологічними процесами, характеризує певна зональність:

Зона I – приповерхнева, має потужність близько 2 м і характер дрібного кам'яного розсипу з розмірами крихт до кількох сантиметрів. У ній де-не-де знаходяться невеликі карстові воронки глибиною до 1 м. Ця територія характеризується великою змінністю механічних характеристик залежно від атмосферних умов.

Зона II – центральна, має потужність від 4 до 6 м і характеризується дрібноблочною дезінтеграцією крейди, причому розміри блоків складають від одного до кількох дециметрів. У цій зоні вологість є меншою, ніж у приповерхневій, і зазвичай мало змінюється.

Зона III – блокова, з потужністю кілька метрів. Відрізняється тим, що процеси вивітрювання спостерігаються лише на поверхнях тріщин. Розпад крейди носить також блоковий характер з розмірами блоків від кількох дециметрів до 2 метрів.

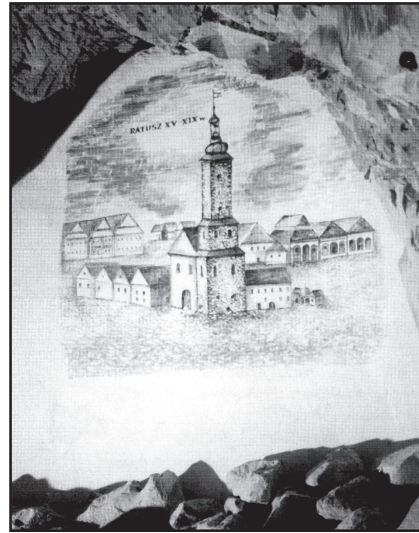
Характер названих зон вивітрювання, а також їхня глибина залягання істотно впливає на стійкість розміщених у них гірничих виробок.

Історія виробок і видобутку крейди

Підземні крейдянні виробки в Хелмі пов'язані з історією міста, в якій тісно переплітаються як польські так і українські сторінки. Започаткування видобутку крейди датують часами заснування і розбудови Старого міста, коли у військово-стратегічних цілях у крейдяних шарах проходили підземні тунелі, які тягнулися від замку



вздовж оборонних стін міста. Оскільки місто було розташоване на крейдяному пагорбі, видану «на гора» породу швидко застосовували у практичних цілях. Доступність і великий попит на цю сировину спричинили неконтрольовану розробку родовища. Бурхливий розвиток видобування крейди настав у XVI і XVII ст. Про масштаби цієї діяльності свідчать документи, які забороняють підземне підкопування вулиць, площ або громадських будинків. За цими документами виходить, що із 100 будинків, які стояли на території Старого Міста в



Центр міста Хелм у XV-XIX ст.

XVII ст., 80 мали в підвалах таємні спуски в підземелля, у яких проводили нелегальний видобуток крейди. Крім того, у старих підземних ходах, споруджених для фортифікаційних потреб, мешканці також проходили бічні видобувні штреки. З XVIII ст. в Хелмі відомі випадки осідання земної поверхні над виробками. У 1950-1965 рр. такі явища трапляються все частіше, причому їх кульмінацією можна



Зони підземних виробок на плані міста



вважати провал вулиці Любельської із значними пошкодженнями будинків. Остаточний кінець розробки крейди під містом настав у ХІХ ст. (за деякими джерелами – у ХХ ст.).

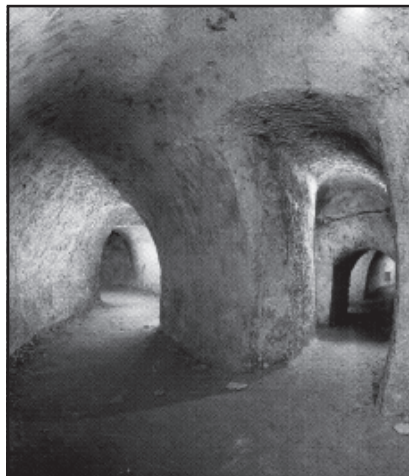
Століття видобування крейди під Старим Містом призвело до появи підземного лабіринту з ходів, штолень, тунелів, колодязів і сходів, які вели до нижчих рівнів (до 4-го включно). Під поверхнею майже всього Старого Хелма, на глибині від кількох метрів до кількох десятків метрів, ці виробки творять багатокілометрову сплутану мережу.

Незважаючи на великі об'єми й тривалий час видобутку, який проводили як міщани, так і спеціалісти-гірники, підземне видобування крейди ніколи не стало тут цеховим ремеслом, а місто – центром гірництва. Оскільки офіційно воно не фігурувало в реєстрах чи гірничих списках, історичних документів про минуле хелмських підземель майже не збереглося.

Особливості розробки

Крейда, яку видобували гірники, знаходилася у блочному масиві під четвертинними відкладеннями й крейдяними розсипами. Крихка й відносно м'яка порода легко руйнувалася механічно, тому типові прохідницькі знаряддя (молотки, кирки) слугували доволі ефективним інструментом експлуатації покладів. Видобування проводилось як у штреках, так і в камерах, які розміщувалися на кількох рівнях, до глибини понад 30 м від поверхні землі. Багатовікові гірничі роботи призвели до виникнення в крейдяному масиві великої кількості післяексплуатаційних порожнин. На краях цих порожнин знаходяться природні чи штучні цілики, а також опори у вигляді закладки.

Точна кількість об'ємів видобутку невідома. Приблизно оцінений об'єм виробленого простору сягає близько 80



Вигляд крейдяних лабіринтів



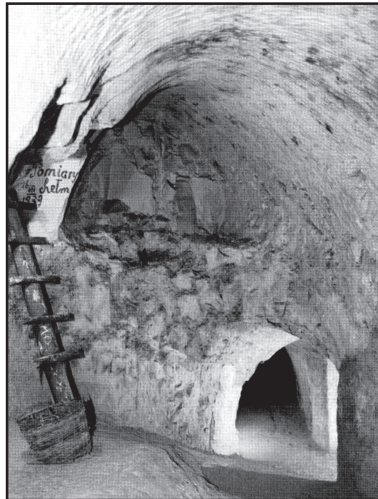
тис. м³, що відповідає масі видобутої крейди близько 125 тис. т. Обсяг виконаних вручну гірничих робіт навіть сьогодні може викликати захоплення, тим більше, що значна частина цього видобутку отримана гірниками-аматорами (міщанами міста Хелм). Сумарна довжина ходів і камер оцінюється величиною понад 20 км. Точне визначення впливу підземних порожнин на стан виробок, що охороняються, утруднене через хаотичне спорудження й мінливу просторову форму виробок.

Опис виробок туристичної траси й відновлювальних робіт

Туристична траса складає невеликий (біля 2 км) фрагмент первинно існуючих виробок. Глибина траси коливається в межах від 2 до 8 м від поверхні ґрунту (в середньому 6,5 м). У 1966-1973 роках приблизно 15 км виробок було детально досліджено та інвентаризовано. Решта коридорів і камер, зараз непрохідних, засипана кілька сотень років тому внаслідок завершення розробки, обвалів або планування ділянок під чергову забудову.

Довжина існуючої підземної траси складає ледве 8-10% від усіх виконаних колись у гірському масиві порожнин. Частина існуючих виробок, з огляду на стан безпеки, повинна бути ліквідована. Деякі ходи замуровані, деякі надалі чекають на подальшу інвентаризацію, забезпечення стійкості й реставраційно-будівельні роботи. Існуюча туристична траса була відкрита в 1972 році, а підземний об'єкт був занесений до реєстру пам'яток культури Польщі.

Форма й габарити відкритих для доступу виробок сильно відрізняються. Стіни прямі або ледь похилі. Покрівля в більшості виробок – арочної форми й наближена до параболи, еліпса або дуги кола. Ширина виробок в основному коливається в межах 2-2,5 м

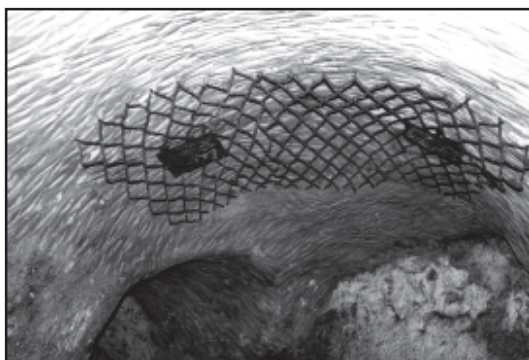


Камера ім. К. Янчиковського



(рідше 1,5-2 м). Висота – 2,5-3 м, проте в деяких камерах сягає 5 м.

Ліквідація зайвих виробок розпочиналася з визначення місця знаходження підземних порожнин за допомогою гравіметричних досліджень і свердловин. Одночасно з транспортно-вентиляційною метою виконано шурфи з круглим перерізом діаметром 1,5 м, які кріпили залізо-бетонними кільцями. Після проведення шурфів усі ліквідовані виробки були перекриті стіновими перемичками. Для забезпечення стійкості окремих старих виробок застосовували різні типи кріплення:



*Забезпечення стійкості покрівлі
(анкери в комбінації зі сталеву сіткою)*

- бетонне або муроване з цегли і цементного розчину (в шурфах і протяглих горизонтальних виробках);
- анкерне кріплення (анкери довжиною близько 2 м, які скріплюють розтріпані шари крейди, у комбінації з сталевими сітками) разом із торкрет-бетоном;
- кріплення із сталевих арок типу LP.

Роботи з забезпечення геомеханічної безпеки траси полягали також у заповненні деяких порожнин закладкою з крейдяних плит.

Оскільки найістотнішою перевагою хелмських підземель є крейдяні контури з непорушеною структурою, більша частина траси не має кріплення. У випадку відсутності у виробках склепіння природної рівноваги, при їх відновлюванні застосована присічка покрівлі, з метою наближення її до еліптичної форми. Тільки на ділянках виробок, які загрожують обваленням або проходять під будинками міста, застосовували муроване, сталеве аркове або анкерне кріплення. Вельми ефективним для умов крейдяного масиву виявилось застосування торкрет-бетону в поєднанні з анкерами і сталевими сітками. Завдяки використаним будівельним геотехнологіям створені умови для безпечного відвідування складного підземного об'єкта.



2.9. ІСТОРІЯ ГІРНИЧОЇ ОСВІТИ І НАУКИ В ПОЛЬЩІ

Розвиток системи гірничих знань на землях Польщі був пов'язаний з розробкою великих родовищ корисних копалин, серед яких виділялися Краківські соляні промисли (Бохня, Величка) і сілезькі копальні золота (Злотий Сток, Злотория), а також срібла і свинцю в районі Тарновських гір, де експлуатація велася вже в XII-XIII ст. Значний внесок у накопичення і передачу геологічних і гірничо-металургійних знань внесли «білі ченці» (орден цистерціанців*), які відкрили і почали експлуатацію багатьох родовищ кольорових металів в Центральній і Східній Європі (в т.ч. – у Польщі). У монастирях цистерціанців (бернандинців) у XIII-XIV ст. проходило навчання ченців і послушників основ гірництва, а практичний досвід приходив при безпосередньому освоєнні рудників. Гірничі артілі, що пізніше змінили ченців, отримали особливі привілеї розробки надр, зберегли тенденції накопичення і збереження знань всередині своїх професійних кланів, причому досвід місцевих гірників доповнювався знаннями шахтарів з Саксонії, Чехії і Словаччини (що входила до складу Угорщини), які прибували до Польщі для розробки багатих рудних покладів.

Серед перших вчених та інженерів, що залишили помітний слід у справі формування гірничих знань та навчання фахівців-гірників, варто згадати угорського дворянина Яна Турзо (1437-1508 рр.), який протягом ряду років жив і працював у Кракові (був навіть обраний його бургомістром) і славився в середовищі гірників як винахідник і проектувальник великого числа водовідливних та підйомних машин з кінним приводом. Його машини набули великого поширення практично у всіх гірничовидобувних регіонах Центральної Європи, чому сприяла діяльність найбільшого промислово-фінансового картелю Фуггерів-Турзо. Одним з видатних винаходів Турзо стала технологія виділення срібла з поліметалічних мідновмісних руд, яка включала додавання свинцю в шихту мідних плавок.

* Цистерціанці – католицький чернечий орден, заснований у 1098 р. Перший монастир ордену – Цистеріум (поблизу Діжона, Франція). З XII ст., після реорганізації ордену Бернаром Клервонським, стали називатися бернандинцями. У XII-XIII ст. орден мав у Європі близько 700 монастирів, які вели господарську діяльність.



Гробниця Яна Турзо в костелі св. Якова в Левочі, Словаччина

У селищі Могила під Краковом було створене найбільше металургійне підприємство, куди стікалися срібловмісні мідні руди з численних шахт Фуггерів. Тут з них виплавляли як мідь, так і срібло, що забезпечувало високі додаткові прибутки. Нарівні з виробничою діяльністю йшли процеси підготовки і навчання кадрів, для яких відкривалися великі перспективи для роботи на рудниках і заводах Фуггерів-Турзо як в Польщі, так і в інших гірничовидобувних регіонах Європи.

У числі відомих гірничих фахівців XV ст. необхідно згадати керівника Краківських соляних промислів Г. Лубранського, який вважається винахідником дерев'яних опорних конструкцій

(гірничих кріплень – т. зв. «кострів» або клітей) для підтримки покрівлі у підземних камерах Велички і Бохні. Його конструкції набули поширення на багатьох соляних шахтах і рудниках Європи.

Перші наукові праці в галузі гірництва були опубліковані в Польщі Л. Детцем, німецьким вченим і дипломатом, який у часи короля Сигизмунда Старого (XVI ст.) керував соляним промислом у Величці та Олькуші. Цікавим документом щодо гірничо-металургійного мистецтва є поетичний опис Валенти Рождзенського (Брусєка) (1560-1622) «Заводи і кузні благородного залізороного промислу». Ця поема, опублікована в Кракові в 1612 р., містила багато інженерних подробиць і барвистий опис гірників і металургів свого часу.

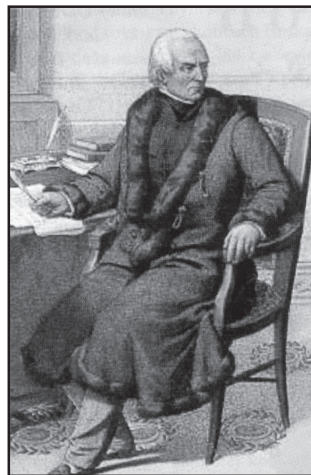
Значний внесок в гірничу геодезію (маркшейдерію) вніс математик, астроном і богослов Ян Брожек (Бросціус) (1585-1652), який з 1652 року був ректором Краківської академії (Ягеллонського університету). Серед іншого він був великим пропагандистом геліоцентричної системи Коперника і першим в Польщі істориком науки.



Перші геологічні дослідження і описи польських земель з точки зору поширення мінеральних багатств виконав Габріель Жончинський (початок XVIII ст.). Його перу, зокрема, належить праця «Історія натуральна Королівства Польського і Великого Князівства Литовського» (латинською мовою), видана в Сандомирі у 1721 р. Жончинський був викладачем географії і природознавства у школах і колегіях в Сандомирі, Острозі, Гданську.

Видатні праці з мінералогії були написані священником К. Клуком (XVIII ст.). Велику популярність отримала його книга «Корисні копалини, їх пошук, вивчення і використання», видана у Варшаві у 1781 р. Велике значення для розвитку гірництва мала також видана в Кракові у 1793 р. робота Я. Мерошевського «Загальний висновок про користь і способи становлення ґрунтового і довготривалого гірництва на землях Речі Посполитої».

Однією з найбільших фігур польської науки, що здобула світову славу, є Станіслав Сташиць (1755-1826), якого називають батьком польського гірництва. Крім широкої політичної діяльності і численних відкриттів у природничих науках, він багато зробив для розвитку польського гірництва. С. Сташиць є автором першого ґрунтового геологічного опису польських земель (фундаментальна праця «Про родовища Карпат і інших гір та рівнин Польщі»). Використовуючи досвід і наукові публікації гірництва Заходу, він зробив численні рекомендації для впровадження прогресивних технологій в гірничу промисловість Польщі. Він є одним з фундаторів Товариства приятелів науки (прообраз майбутньої Академії Наук), а також Будинку Просвіти. С. Сташиць був директором відділу промисловості і корисних копалин в Міністерстві внутрішніх справ і опікувався розвитком гірництва та металургії Королівства Польського. Разом з С. Потоцьким став фундатором першого в Польщі вищого



Станіслав Сташиць



технічного навчального закладу – Гірничо-академічної школи в Кельцах (1816 р.). Враховуючи його великі заслуги в розвитку гірничої науки і освіти Краківській гірничо-металургійній академії було присвоєно ім'я Станіслава Сташиця (1969 р.).

Розвиток вугільної промисловості Польщі багато в чому пов'язаний з діяльністю князя Ф. Друцького-Любецького, який очолив у 1824 р. гірниче управління Королівства Польського. Він виступив ініціатором будівництва комплексу залізрудних шахт і заводів чорної металургії у Старопольському воєводстві. Це значною мірою збільшило значення Гірничо-академічної школи, що відкрилася в Кельцах.

Поділи Польщі між Прусією, Австрією і Росією (1772, 1793, 1795 рр.) і боротьба за незалежність (повстання 1794, 1830-31, 1846, 1848, 1863-64 рр.) привели до того, що багато талановитих польських гірничих інженерів змушені були покинути батьківщину і працювати далеко за її межами. Так, геолог Павел Едмунд Стшелецький (1797-1873) був одним з основних дослідників мінеральних родовищ Австралії, де перебував у 1839-1844 рр., відкрив тут поклади золота та срібла, за що отримав від королеви Великобританії високу державну нагороду. Повернувшись у Європу, він у Лондоні видав друком свої дослідження «Physical Description of New South Wales and Van Diemen's Land» (1845). На золоторудних копальнях Австралії працював і польський офіцер Северин Кожелінський (1804-1876). Видатний білорусько-польсько-литовський геолог, мінералог, географ Ігнатій Домейко (1802-1889) був першовідкривачем родовищ вугілля і руд кольорових металів у Чилі. Він займав посаду ректора Чилійського університету в Сантьяго і багато зробив для розвитку гірничо-геологічної освіти в Латинській Америці. Пам'ятник видатному польському геологу і мінералогу прикрашає одну з площ м. Сантьяго. Геолог і гірничий інженер білоруського походження Стефан Чарноцький (1878-1947) уславився відкриттям родовищ нафти в Майкопі і на Кавказі (пізніше працював у Варшавському геологічному інституті і Краківській гірничо-металургійній академії), очолював Польське геологічне товариство.

Львів'яни Ігнатій Лукасевич та Іван Зех, про яких ми вже



раніше згадували і які багато зробили для української та польської науки, вперше запропонували спосіб перегонки гасу з нафти і винайшли у 1853 р. газову лампу.

Одним з найбільш видатних вчених в галузі гірництва, якого вважають своїм представником польські, німецькі та російські науковці-гірники, був Генріх Оттович Чечотт (1875-1928), який працював над проблемами механічної переробки вугілля і методами провітрювання шахт. Він досліджував також проблеми розробки рідкісних і радіоактивних металів. Був одним з перших керівників кафедри гірництва і механічної переробки в Краківській гірничій академії. Створив основи теорії гірничої вентиляції, які базувалися на математичному аналізі.

Серед видатних польських вчених-гірників ХХ ст. потрібно відзначити Валері Гоетеля (1889-1972) – багаторічного ректора Краківської гірничо-металургійної академії (1939-1951), наставника багатьох поколінь польських гірників, вченого, що поєднував технологічні, природничі і гуманітарні напрями досліджень; В. Будрика – відомого фахівця в галузі вентиляції і боротьби з пожежами, а також в галузі геомеханіки, автора 17 підручників для студентів гірничих вищих навчальних закладів; Б. Крупінського (вченого і організатора гірництва, що очолював Комітет з вугілля Європейської комісії ООН в Женеві, який висунув ідею проведення Всесвітніх гірничих конгресів, голови оргкомітету 1-го Всесвітнього гірничого конгресу).

Нарівні з видатними особистостями становлення гірничої науки і освіти забезпечували організаційні структури різного часу. Важливою віхою на шляху консолідації гірничих фахівців Польщі стала створена в 1782 р. королем Станіславом Августом Понятовським Рудна комісія. Її завданнями були пошук і визначення властивостей родовищ корисних копалин і дослідження можливостей видобутку руд. Тут були зосереджені кращі професійні кадри свого часу, які залишили після себе не тільки численні наукові звіти про дослідження, але і створили цілий ряд книг гірничо-геологічного напрямку, що послужили цілям науки і навчання гірників. У діяльності комісії брали участь такі авторитетні вчені, як Я. Клук, Я. Мерошевський, С. Сташиць, І. Чацький та інш.



Перша вища школа гірничого профілю була заснована в 1816 р. в Кельцах (тогочасній столиці Краківського воєводства). Гірничо-академічна школа в Кельцах була шостим гірничим вищим навчальним закладом у світі й будувалася за зразком Фрайберзької гірничої академії, з якої до Кельц перейшла



*Гірничо-академічна школа в Кельцах
(1816 - 1826 рр.)*

частина викладачів і вчених. Фундаторами школи були Станіслав Потоцький і Станіслав Сташиць. Головне, що спонукало до створення академії, – необхідність підготовки в країні національних кадрів для розвитку найважливішої промислової галузі – гірництва. Школа мала видатні успіхи в справі підготовки гірничих інженерів, однак з політичних мотивів була закрита в 1826 р. Комісія Сейму Польщі відгукнулася про роботу академії таким чином: «Гірнична школа являє собою найвище досягнення гірничої влади. Вийшло з неї немало молоді з необхідними талантами, що звільнило уряд від необхідності запрошення гірничих фахівців з-за кордону, у яких часто відсутні схильності працювати на благо Польщі».

Гірничо-металургійна академія ім. С.Сташиця в Кракові успадкувала традиції польської гірничо-металургійної освіти і є вищим навчальним закладом, про який мріяли польські вчені у XVIII-XIX ст. У останні десятиріччя XIX ст. були організовані численні прохання про створення польськомовного гірничого учбового закладу на території Австро-Угорської імперії. Нарівні з промисловцями клопотання висувалося Галиційським Сеймом у Львові. Досить тривалий період імперський уряд відхиляв ці прохання, посилаючись на гірничі школи в Леобене (Австрія) і Пршибрамі (Чехія). І все ж в 1891 р. у Львівській Політехніці було відкрите вивчення нафтового гірництва, а в 1907 р. – кафедра гірничих машин.

Перший з'їзд польських гірничопромисловців, який проходив



в 1906 р. в Кракові, прийняв резолюцію про створення гірничо-металургійного факультету у Львівській Політехніці. У 1911 р. львівським геологом Л. Пітулком був розроблений робочий проект «Про необхідність заснування Гірничо-металургійної академії в Кракові». Зусиллями відомих гірничих інженерів і підприємців А. Лукашевського і Я. Заранського був розроблений меморандум для заснування вищої гірничої школи в Сілезії. У 1913 р. був створений організаційний комітет на чолі з професором Й. Морозевичем по створенню нового вищого навчального закладу. Указом імператора Франца Йосифа від 31 травня 1913 р. заснована Гірнича академія в Кракові. Почалося розв'язання питань будівництва корпусів і лабораторій академії, забезпечення її професорсько-викладацькими кадрами. Міська рада Кракова виділила кошти для будівництва головного корпусу на алеї Міцкевича, а склад викладачів формувався в основному з представників Ягеллонського університету, Львівської Політехніки і польської гірничої промисловості. Організаційні роботи були перервані початком Першої світової війни.

Відкриття академії відбулося 20 жовтня 1919 р. Великий внесок у справу становлення і розвитку академії вніс польський уряд на чолі з Й. Пілсудським, який особисто опікувався її відкриттям. Його доктрина незалежності країни передбачала обов'язкову на-



Краківська гірничо-металургійна академія (вінчає корпус статуя св. Варвари, покровительки гірників)



*Вручення Іоанну-Павлу II
диплома почесного доктора
Краківської гірничо-металур-
гійної академії*

явність національних інженерів гірничого та металургійного профілю. Першим дійсним ректором академії став проф. А. Хоборський. Перший набір складався з 80 студентів (серед яких була одна дівчина). Важливою концепцією розвитку освіти в гірничій академії був синтез гірничих і металургійних технологій як єдиного комплексу підготовки гірничих інженерів. Великий внесок у розбудову гірничо-металургійної академії в Кракові здійснили і українські вчені, зокрема Іван Адріянович Фещенко-Чопівський (1884-1952), який був засновником і завідувачем кафедри металографії і загальної металургії.

Сьогодні Краківська гірничо-металургійна академія – один з найбільших і найбільш розвинених технічних університетів Європи. Підготовку кадрів для гірничовидобувної промисловості здійснюють також на гірничих факультетах Сілезької Політехніки (м. Глівіце) і у Вроцлавській Політехніці (м. Вроцлав).



ПІСЛЯСЛОВО: УРОКИ ІСТОРІЇ І ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ

Наш екскурс в історію українського та польського гірництва й підземного будівництва показує їх тисячолітні виміри, значну утилітарно-промислову й культурно-цивілізаційну функції, що вписані в контекст світового розвитку. Розкривши наукову, технічну, історико-культурну, пізнавальну і, навіть туристичну цінність об'єктів гірництва, можна було б поставити крапку. Але, як завжди, залишається нез'ясоване питання: «Що далі?»

Дійсно – що очікувати в подальшому від гірничих та дотичних галузей? Як протікатиме в майбутньому їх розвиток? Що, як і де будуватимуть під землею наступні покоління, спираючись на історичний досвід попередників? Все це – сфера передбачень, які, як відомо, справа невдячна. Хоча й дуже заманлива. Тому спробуємо означити тільки основні вектори, екстраполювавши сучасний поступ та науково-технічний досвід найбільш динамічного ХХ століття.

Вичерпання традиційних ресурсів корисних копалин і нові ареали гірничих робіт

Одним з вирішальних факторів, які кардинально впливатимуть на подальші темпи технологічного розвитку, є вичерпання мінеральних ресурсів. За даними авторитетного міжнародного аналітичного центру, так званого «Римського клубу» (дослідження 2001 р.), поклади алюмінієвих руд будуть вичерпані за наступні 55 років, хрому – за 154, вугілля – за 150, міді – за 49, заліза – за 173, свинцю – за 64, нафти – за 50, природного газу – за 49 років¹. Причому термін вичерпання ресурсів був обчислений виходячи з припущення, що протягом наступних десятиліть розвідані ресурси виростуть у 5 разів у порівнянні з сучасними даними. Тобто будуть розвідані нові поклади, відкриті нові родовища, але, незважаючи, на це, час, коли вичерпаються запаси руд металів і паливно-енергетичних ресурсів, дуже близький – він співвимірний зміні

¹ Відомі й більш оптимістичні прогнози, але порядок цифр є зіставним



від 2-3 до 5-6 поколінь. Це змушує шукати нові ареали, об'єкти і способи видобутку й переробки копалин для отримання життєво важливих для людства сировинних та енергетичних ресурсів. З іншого боку – очікується відмова від соціальної філософії «суспільства споживання» й значне скорочення необов'язкових витрат, що може на кілька поколінь продовжити термін користування мінеральними ресурсами Землі.

Нові ареали – це, перш за все, води Світового океану, корисні копалини його дна, поховані води і розсоли земних надр, а також сьогоднішні відходи переробки мінеральної сировини – терикони, «хвостосховища», мулонакопичувачі, відвали тощо. З точки зору підземних споруд особливо цікавими є гірничі виробки під дном океанів та морів (сьогодні такі вже є), а також виробки в зоні впливу підземних водойм.

Цікаво, що сучасні видобувні технології для ряду рудних корисних копалин – міді, золота та ін. металів – уже не потребують обов'язкового будівництва шахт – процеси видобування і збагачення поєднуються в комплексній технології підземного вилуговування (приклад – «рідинна екстракція – електроліз» за процесом SX-EW), що передбачає тільки свердловинне розкриття родовища корисної копалини. Проведена апробація методів підземної газифікації вугілля, а також біотехнологій отримання метану з вугільних пластів. Такі способи менш затратні, більш екологічно чисті й принципово змінюють напрямки гірничої діяльності.

Космічне розширення ноосфери і гірництво

Ноосфера, в широкому розумінні ідеї, висунутої В. Вернадським, – це частина Всесвіту, де виявляється вплив людини, відбувається взаємодія природи та людського суспільства. Багато тисячоліть тому, коли людина почала освоювати надра, ноосфера поширилася на земні глибини, а з 1961 р. (запуск першого штучного супутника) сягнула висот космосу. Прогнозні етапи індустріалізації космосу, які потребуватимуть гірничих технологій, більшість науковців характеризують наступними датами:

1. Близько 2200 р. – початок індустріального освоєння супутника Землі – Місяця;



2. Близько 2400 р. – транспортування і використання малих астероїдів як мінеральної сировини;

3. Близько 2500 р. – промислове використання гірських порід інших планет.

Розвиток гірничо-космічних технологій спроможний задовольнити потребу в дефіцитних речовинах, а також дати людству нові матеріали. Вже сьогодні, скажімо, окреслюється найближча в часі задача – переробки місячного ґрунту – реголіту. Що це за матеріал? Завдяки своїм унікальним якостям – крупності (частинки від мкм до кількох мм), високій пористості – до 50%, густині, тривкості, складу – цей матеріал має надзвичайно цінні теплопровідні і міцнісні характеристики. Теплопровідність реголіту приблизно в 10 разів менша, ніж повітря. Тому на глибині близько 1 м температурні коливання, які на поверхні Місяця складають близько 300 °С, невідчутні. Запаси реголіту досить великі – він покриває поверхню Місяця товщиною від сантиметрів до десятків метрів. Все це свідчить, що саме реголіт – чудовий будівельний матеріал для майбутніх житлових і технологічних терміналів на Місяці, які за майже однастайними прогнозами фахівців будуть виконані у підземних спорудах – під поверхнею Місяця. Згодом цей досвід буде, очевидно, перенесено і на поверхню Марса, – як другого після Місяця об'єкта космічної експансії людства.

Підземні споруди сучасного і майбутнього

У XX ст. підземне будівництво всебічно розвинулося – під землею було побудовано тисячі об'єктів промислового, транспортного, військового, культурного призначення. Серед найбільших за протяжністю та об'ємом – підземні виробки шахт і рудників, транспортні тунелі та метрополітени, промислові підприємства, об'єкти підземної урбаністики. Відповідно, види підземних порожнин, які експлуатуються людством, дуже різноманітні – стволи, штольні, квершлагги, штреки, камери (у т.ч. великих перерізів), тунелі (у т.ч. мілкового закладання), засипні траншеї, котловани, а також – відпрацьовані пласти-колектори, пористі водоносні структури тощо.

Вже сьогодні окремі підземні споруди вражають уяву. Серед рекордсменів можна відзначити «Євротунель» під Ла-Маншем, що



складається з двох транспортних і одного службового тунелю, протяглість яких дорівнює 50 км, діаметр 10 м (при будівництві було вилучено 13 млн. м³ породи, яка могла б заповнити залізничний потяг довжиною 2,5 тис. км). Унікальну споруду являє собою тунель «Сейкан», що поєднав японські острови Хоккайдо і Хонсю, довжина якого склала 53,9 км (у т.ч. підводна частина 23,3 км). Широковідомі тунелі у Швейцарських Альпах (залізничний «Сімплтонський», довжиною 19,7 км, автодорожній «Сен-Готард», 16,32 км). Найдовший із сучасних тунелів – водогінний тунель «Нью-Йорк – Західний Делавер», що простягнувся під землею на 168,9 км (діаметр 4,1 м). Серед планів найближчих десятиліть – будівництво міжконтинентальних тунелів, що поєднують Іспанію з Африкою (54 км) та Чукотку з Аляскою (100 км), а також Сахалін з Японією (43 км) та материком (8 км). В Україні – це тунель під Керченською протокою (15 км) та в масиві Кримських гір (створення нової траси Сімферополь – Ялта), а також протяглі автодорожні тунелі в Києві (близько 7 км). Значні перспективи отримають також безтраншейні технології (мікротонелювання, щитової проходки, продавлювання сталевих футлярів), що забезпечують ефективне будівництво тунелів для комунікаційних функцій.

Вже сьогодні в світі здійснюється близько 650 проектів великих підземних споруд з річним капіталовкладенням понад 40 млрд дол. США. Значну частину з них складають об'єкти підземної урбаністики (серед прикладів останнього часу варто звернути увагу на підземну частину Токіо, де частина міста «опустилася» на 16 підземних рівнів-поверхів). Вдосконалення будівельних технологій та висока вартість землі в зонах щільної забудови великих міст роблять тут підземне будівництво більш економічним та перспективним. Вже у найближчі 50-100 років можливе виникнення і розбудова численних підземних багатоярусних міст зі специфічними комунікаціями та інфраструктурою (можливо, більш економічних, ніж сьогодні). Старі підземні міста можуть бути «осучаснені» і перетворені на туристичні центри. Тобто, можна говорити про «повернення» людини до давньої культури підземних міст – але вже на рівні можливостей сучасної науково-технічної революції.

Зміни очікують і видобувні шахти, які можуть стати значною



мірою або повністю безлюдними, а нова техніка й матеріали для руйнування порід, кріплення виробок, транспорту нададуть можливості для їх поглиблення – до рівня 5-7 км. Це суттєво розширить промислові запаси корисних копалин, які вже вичерпуються на звичних для роботи горизонтах. Як відомо, на сьогодні найглибша в світі дослідна вугільна шахта досягла глибини 2042 м (Торез, Україна), золоторудна – глибини 3777 м (Карлтонвілл, ПАР). На значно більші глибини сягають свердловинні технології. Вже сьогодні починається глибинний видобуток вуглеводнів. Необхідність глибинного видобутку газогідратів приведе до виникнення технічно нових гірничих виробок – свердловин з регульованим тиском.

Резюмуючи, можна констатувати, що гірництво у майбутньому набуде нових форм і вимірів, нових засобів застосування. В тривалій перспективі традиційні гірничі технології будуть скорочуватись у галузях видобутку твердих корисних копалин (пропорційно зменшенню доступних для цих технологій запасів мінеральних ресурсів), але суттєво збільшиться їх використання в сфері будівництва підземних споруд, кількість і масштаби яких будуть значно зростати. Сталий розвиток можуть отримати свердловинні фізико-хімічні й біологічні технології видобутку корисних копалин, в подальшому не виключено добування необхідних речовин з вод океанів та геологічних об'єктів космосу. Таким чином, розвиток давнього мистецтва гірничої справи піде шляхом інтеграції багатого історичного досвіду й нових можливостей, відкритих високими технологіями.

Але майбутнє буде визначатися не тільки технологічними успіхами, а, значною мірою, духовними «стандартами» провідної верстви суспільства. Українське і польське гірництво видало «на гора» ціле гроно видатних особистостей, людей високої професійної культури й духовних цінностей, що вселяє надію на продовження цих тенденцій, на важливу роль наших народів у майбутньому освоєнні земних надр. Надра планети – це частина нашої ноосфери. Не забуваймо про це!



ЛІТЕРАТУРА

1. Агрикола Г. О горном деле и металлургии в двенадцати книгах: Пер.с лат. – М.: Недра, 1986. – 294 с.
2. Антонович В.Б. Бакотский скальный монастырь. // Киевская старина. – 1891. – № 10. – С. 108-116. Антонович В.Б. Дополнительные раскопки в Бакотском скальном монастыре. // Чтения в историческом обществе Нестора-летописца. – 1893. – т. 7, отд. 1. – С. 17-18.
3. Атлас геології і корисних копалин України. – К.: Такі справи. – 2001. – 168 с.
4. Білецький В.С., Г.І.Гайко. Хронологія гірництва в країнах світу. – Донецьк: Донецьке відділення НТШ, «Редакція гірничої енциклопедії», УКЦентр, 2006. – 224 с.
5. Білецький В.С., Шпильовий Л.В. Юзеф Морозевич (до 140-річчя від дня народження) // Геолог України. – № 1, 2006. – С. 62-66.
6. Бикова Т. Підземелля – важлива частина історико-культурного надбання України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://istvolyn.info/index.php?option=com_content&task=view&id=247&Itemid=25
7. Бобровський Т. Підземні споруди Києва від найдавніших часів до середини XIX ст. (спелео-археологічний нарис). – Київ: АртЕк, 2007. – 176 с.
8. Бондаренко В.И., Кузьменко А.М., Дычковский Р.Е. и др. История кафедры подземной разработки месторождений (1900 – 2005). – Днепропетровск: Арт-Пресс, 2005. – 488 с.
9. Бровендер Ю., Гайко Г. Картамиський гірничо-металургійний комплекс пізньобронзової доби // Схід. – 2006. – № 6. – С. 69-73; Бровендер Ю.М., Гайко Г.І., Шубін Ю.П. Геологічні та технологічні особливості розробки мідних руд в стародавніх копальнях Картамышу // Проблеми гірничої археології / Під наук. ред. П. П. Толочка, В. М. Дорофєєва. – Алчевськ: ДонДТУ, 2005. – С. 47-51.
10. Бровендер Ю.М. Картамыш: некоторые итоги и перспективы исследований // Матеріали наукової конференції археологів і краєзнавців, присвяченої 75-річчю від дня народження Л.В. Бєдіна. – Луганськ, 2005. – С. 145-160.
11. Бунятян К.П., Мурзін В.Ю., Симоненко О.В. На світанку історії. – К.: Видавничий дім «Альтернативи». – 1998. – 336 с.
12. Бурганський Г., Фундуй Р. Загадки давнини. Білі плями в



історії цивілізації. – К., 1988. – 191 с.

13. Величка. Старинная шахта соли: Пер. с польск. / Под ред А. Йодловски и А. Баляк. – Величка: Музей краковских соляных копей, 1981.

14. Верхратський Іван. Виразня мінералогічна. – Львів. – 1909.

15. Винокур І.С. Скелі й печери в історії Бакоти. // Скелі й печери в історії та культурі стародавнього населення України. – Львів. – 1995 р. – С. 16-19.

16. Відейко М.Ю. Трипільська цивілізація. – К., 2003. – 183 с.; Відейко М. Ю. Трипільська цивілізація. <http://www.haidamaka.org.ua/0030.html> (журнал «Перехід 4» www.perehid.org.ua).

17. Відома в Україні, визнана в світі / Під заг. ред. Г.Г. Півняка. – Дніпропетровськ: Національна гірнича академія України, 2002. – 80 с.

18. Гайдуков Н.Е. Путеводитель по пещерным городам Крыма. – М.: АЛЬТЕКС, 1997.

19. Гайко Г.И. История горной техники: Учебное пособие. – Алчевск: ДГМИ, 2001. – 134 с.

20. Гайко Г.І. Історія гірництва на землях України // Історичні і футурологічні аспекти розвитку гірничої справи. Зб. наук. праць / За заг. ред. Г.І. Гайка. – Алчевськ: ДонГТУ, 2005. – С. 8-18.

21. Гайко Г.І., Тараканова О.С. Луганська зірка Карла Гаскойна / / Донецький вісник Наукового товариства ім. Т.Шевченка. – Т. 9. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2005. – С. 52-57.

22. Гайко Г.І. Інтеграція гірничої науки та археології при дослідженнях пам'яток гірничої справи// Проблеми гірничої археології: Матеріали II-го Картамиського польового археологічного семінару. – Алчевськ: ДонДТУ, 2005. – С. 68-71.

23. Гайко Г., Шубін Ю., Парамонов В. Інженерно-геологічна розвідка Степанівського курганного комплексу// Донецький вісник Наукового товариства ім. Шевченка. Т. 15 – Донецьк: Східний видавничий дім, – 2006. – С. 4-9.

24. Гірничий енциклопедичний словник. Том 3./ За ред. В.С. Білецького. – 2004. – 752 с.

25. Глюкауф – колекція з 1865 по 2008 р.

26. Горный журнал – колекція з 1825 по 2008 р.

27. Горшков В.П., Грищенко А.В. Соль земли Донецкой (Каменная соль Донбасса). В 2-х кн. – Донецк: Редакционно-издательский



отдел обл. управления по печати, 1992. – 144 с. + 138 с.

28. Гришин В. Підприємство та бізнес у внутрішній торгівлі в період розвитку держави Київська Русь (980-1132 рр.) // Схід. – № 4(70). – 2005. – С. 50-53.

29. Грушевський М.С. Історія України-Руси. – К.: Наукова думка, 1991.

30. Гуськов А. Атлас пещерных городов Крыма. – Харьков: Курсор, 2007. – 196 с.

31. Дивовижний світ давнього гірництва / За заг. ред. Г.І.Гайка. – Алчевськ: ДонДТУ, 2005. – 130 с.

32. Дорофеев В.Н., Бровендер Ю.М., Гайко Г.И. Древние рудники в бассейне Северского Донца // Горный журнал. – 2003. – № 11. – С. 72-73.

33. Духовна велич України: Наук.-публ. зб. / Упоряд. І. Новиченко. – Київ: ВЦ «Просвіта», 2004. – 248 с.

34. Енциклопедія сучасної України, тт. № 1-7, 2001-2007.

35. Енциклопедія Трипільської цивілізації // За ред. М. Ю. Відейко, Н.Б. Бурдо. – К.: ТОВ «Укрполіграфмедія», 2004 р. – Т. 1. – 704 с.

36. Енциклопедія українознавства. За ред. В. Кубійовича. тт. 1-10. – Львів: НТШ. – 1993-2000.

37. Зворыкин А.А. Открытие и начало разработки угольных месторождений в России. Исследование и документы. Том 1. – М.: Углетехиздат, 1949 г. – 460 с.

38. Іваницький Є., Михалевич В. Історія Бориславського нафтопромислового району в датах, подіях і фактах. – Дрогобич: Добре серце, 1994. – 128 с.

39. Івченко А.С. Україна. Ukraine. – Харків: КСД. – 2008. – 224 с.

40. Інкін В. Солеварні та торгівля сіллю // У книзі „Сільське суспільство Галицького Прикарпаття у XVI-XVIII століттях: історичні нариси. – Львів: Львівський національний університет ім. Франка, 2004. – 420 с.

41. Історія господарства України. – К.: Либідь. – 1993. – 287 с.

42. Каньгин Ю. М., Батюшин Ю.Т. Открытие Городища. – К.: «Україна», 2001. – 32 с.

43. Кафедра мінералогії Львівського національного університету ім. І.Франка // О. Матківський та ін. - Львів: Видавничий центр ЛНУ. – 2004. – 136 с.

44. Кононець О. Розвиток природничих і технічних знань в Ук-



раїні (від найдавніших часів до XVI ст.) // Праці Наукового Товариства ім. Шевченка. Т. IV. Студії з поля історії української науки і техніки. – Львів. – 2000. – С. 19- 38.

45. Кострица Ю.П. Страницы старого Донбасса. Историко-краеведческие очерки. – Донецьк: Донбас, 1991. – 84 с.

46. Криворізький залізорудний басейн. До 125-річчя з початку промислового видобутку залізних руд. // Вілкул Ю. Г. та ін. – Кривий Ріг: Видавничий центр Криворізького технічного університету. – 2006. – 583 с.

47. Крижицький С.Д., Зубар В.М., Русяєва А.С. Античні держави Північного Причорномор'я. – К.: Видавничий дім «Альтернативи». – 1998. – 352 с.

48. Лазаренко Є.К., Винар О.М. Мінералогічний словник. – К.: Наукова думка. – 1975. – 774 с.

49. Лебединский В.И. С геологическим молотком по Крыму. – М.: Недра, 1982.

50. Лесков А.М. Горный Крым в первом тысячелетии до нашей эры. – Киев, 1965.

51. Лурье А.М., Краснопевцева Г.Н. Меденосность нижнепермских отложений Донбасса. – М.: Недра, 1969. – 103 с.

52. Мала гірнича енциклопедія, тт. № 1 і 2 / За ред. В.С. Білецького. – 2004, 2007 рр. – 640 і 652 с.

53. Мельник Ю.М. Про мінералогічні дослідження у Львівському університеті в кінці XVIII ст. // Мінералогічний журнал. – 1998, № 4. – С. 91-100.

54. Мікось Т., Хмура Я., Кинаш Р. Центры древнего горного дела и металлургии на территории Польши // Исторические и футурологические аспекты развития горного дела: Сб. научн. трудов / Под. общ. ред. Г.И.Гайко.- Алчевск: Дон ГТУ, 2005. – С. 38-53.

55. Наукове товариство ім. Шевченка: 130 років праці для України. – Львів: НТШ. – 2003; Бібліографія "Записок НТШ", тт. I-CCXL, 1892-2000. – Львів: НТШ. – 2003.

56. Пірко В., Литвиновська М. Соляні промисли Донеччини в XVII-XVIII ст. (Історико-економічний нарис і уривки з джерел). – Донецьк: Східний видавничий дім, 2005. – 136 с.

57. Подов В.И. Открытие Донбасса. Исторический очерк. – Луганск, 1991. – 117 с.

58. Про давні підземні ходи раніше знало лише КДБ // № 99, 27-



12-2007 Газета «Рівне вечірнє». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rivnepost.rv.ua/showarticle.php?art=017263>

59. Прокопович Феофан. Твори. Т. 2. – К.: Наукова думка. – 1980. – 550 с.

60. Пырин С.Н., Ефимович Л.Ф., Булинг В.Г., Кравец Д.П. Первая соляная шахта Донбасса. – Славянск: Печатный двор, 2003. – 30 с.

61. Раковський К. Останні зваричі // Український тиждень. – № 10 (71), березень 2009. – С. 38-41.

62. Скорий С. Курган Переп'ятиха. – К., 1990.

63. Татаринов С.И. Древний металл Восточной Украины: Очерки реконструкции горного дела, металлургии и металлообработки в эпоху бронзы. – Артемовск, 1993. – 153 с.

64. Татаринов С.И. Древние горняки-металлурги Донбасса. – Славянск: Печатный двор, 2003. – 131 с.

65. Темник Ю.А. Столетнее горное гнездо. Луганский завод (1795-1887 гг.). Т. 1. – Луганськ: Шико, 2004. – 530 с.

66. Універсали Івана Мазепи (1687-1709). – Київ-Львів: НТШ. – 2002. – 780 с.

67. Універсали українських гетьманів від Івана Виговського до Івана Самойловича (1657-1687). – Київ-Львів: НТШ. – 2004. – 1086 с.

68. Фадеева Т.М. Тайны горного Крыма. – Симферополь: Бизнес-Информ, 1998.

69. Челеби Эвлия. Книга путешествий. – Симферополь: Таврия, 1996. – 160 с.

70. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В. История кафедры строительной геотехнологии и геомеханики Национального горного университета. – Днепропетровск – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 544 с.

71. Яровий Е.В. Мистика древних курганов. – М.: Вече, 2005. – 464 с.

72. Agricola Georgii. De Re Metallica libri XII. – Basileae: Froben. – 1556. – 590 s. Georgius Agricola. Vom Bergkwerck XII Bücher. – Basel: Froben. – 1557. – 486 s. Georgius Agricola. De Re Metallica / Edited by Herbert Clark Hoover and Lou Henry Hoover. – New York: Dover Publications. – 1950. Agricola Jerzy. O górnictwie i hutnictwie. – Jelenia Góra: Muzeum Karkonoskie. – 2000. – 528 s.

73. Agrikola G. Gespräch vom Bergwesen. (факсиміле 1778 р.). – Донецк: Донецьке відділення НТШ, Редакція «Української гірничої



енциклопедії». Серія: Пам'ятки історії гірництва і металургії. – 2006. – 212 с.

74. Babel I., 1999 – Z dziejów poznania kopaln krzemienia pasiastego w Krzemionkach koło Ostrowca Świętokrzyskiego // Rocznik muzealny. Tom II. – Ostrowiec Świętokrzyski: Wydawnictwo Muzeum Historyczno-Archeologicznego w Ostrowcu Świętokrzyskim. – S. 87-112.

75. Batko A., Wojcik J., 1987 – Problemy zabezpieczania trasy Turystycznej w zabytkowej czesci Kopalni Soli «Wieliczka». – Wiadomosci Górnicze, nr 12.

76. Borkowski K., Adaptacja obiektów przemysłowych dla potrzeb turystyki w regionie krakowskim, W.: Integra IITF nr 1/2000

77. Brovender Yu., Gayko G. Ancient mines in east Ukraine / Materiały szkoły eksploatacji podziemnej 2003. – Kraków: IGSME PAN, 2003. – S. 609-616.

78. Charkot J., Jaworski W., Charakterystyka Zabytkowych Wyrobisk Kopalni Soli w Bochni, [w:] Studia i materiały do dziejów żup solnych w Polsce. – Tom XVII, Ministerstwo Kultury i Sztuki, Departament Działalności Kulturalnej, Muzeum Żup Krakowskich Wieliczka, 1992.

79. Chmura J., Mikos T. Problems of Mining Protections of Underground Touristinc Routes in Poland // Conference proceeding from international conference: Demanovska Dolina – Slovak Republic, 12-13 October 2000. – S. 178-187.

80. Duda J., Wolanska A. Kopalnia soli Wieliczka. Trasa Turystyczna. – Wieliczka. – 1998.

81. Duda Z., 2001 – O ochronie zabytkowych obiektów górniczych // Konferencja Nauk.-Techn. “Zabezpieczanie i rewitalizacja podziemnych obiektów zabytkowych”. – Kraków - Bochnia. – S. 37-42.

82. Golub S., 2001 – Zabytkowe podziemne kopalnie kredy w Chelmie – problemy ochrony, badań i zabezpieczenia // Konferencja Nauk.-Techniczna “Zabezpieczanie i rewitalizacja podziemnych obiektów zabytkowych”. – Kraków-Bochnia. – S. 183-189.

83. Hanik M. Wieliczka. Seven Centuries of Polish Salt. – Warsaw: Interpress Publishers, 1988. – 234 p.

84. Hanik M., 1988 – Wieliczka. Seven Centuries of Polish Salt. – Warszawa: Interpress Publishers.

85. Heuchler E. Album für Freunde des Bergbaues. – Essen: Glückauf, 1993. – 46 s.

86. Historia Kopalni Złota w Złotym Stoku. – [Електронний ре-



супс]. – Режим доступу: <http://www.kopalniazlota.pl/index.php?content=historia>

87. Jarosz Adam W. Walenty Rożdżeński. Poeta i hutnik ze Śląska. 2000.

88. Jozefko U., Skrzypczak R., Pietryk-Sokulska E., 2001 – Problemy górniczego dziedzictwa s sanatoryjno-uzdrowiskowej przyszłości Bochni // Konferencja Nauk.-Techn. “Zabezpieczanie i rewitalizacja podziemnych obiektów zabytkowych”. – Kraków-Bochnia. – S. 217-220.

89. Kazimierz Pajak. «Wieliczka-stare miasto górnicze» – 1968.

90. Kecka A., 1969 – Żupy krakowskie w XVIII w. – Wrocław: Wyd. Ossolineum.

91. Kobiela S., Kopalnia Soli w Bochni – pomnikiem historii, [w:] Wiadomości Bochenskie Nr 3/1999.

92. Kopalnia Soli Bochnia. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kopalniasoli.pl/index.php?inc=obiekty&jez=pl&kat=96&pkat=100>

93. Lorenc M., Szumska E., 2002 – Kopalnia złota w Złotym Stoku. – Lublin: Ex-libris.

94. Migdas T., 2001 – Kopalnia Soli “Bochnia” perla ziemi bochenskiej // Konferencja Nauk.-Techn. “Zabezpieczanie i rewitalizacja podziemnych obiektów zabytkowych”. – Kraków-Bochnia. – S. 283-286.

95. Mikos T. Metodyka kompleksowej rewitalizacji, adaptacji i rewaloryzacji zabytkowych obiektów podziemnych z wykorzystaniem technik górniczych. – Kraków: AGH, 2005. – 348 s.

96. Mikos T., 1999 – Adaptacja wyrobisk nieczynnej kopalni złota w Złotym Stoku dla potrzeb podziemnej trasy turystycznej// Międzynarodowa konferencja: Szczyrk, 23-24 Listopada 1999. T.1/Stowaryszenie Wychowanków Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej: – Gliwice. – S. 249-261.

97. Mikos T., Tajdus A., 2002 – Zabytkowe Kopalnie Europy – wspólnym dziedzictwem kultury materialnej // XXV Zimowa Szkoła Mechaniki Górnotworu: Geotechnika i Budownictwo Specjalne – Zakopane.

98. Muszer A., Lubieniecky W., 2001 – Złoty Stok i okolice. Przewodnik turystyczny. – Wrocław: Wydawnictwo KORAB.

99. Pamiętnik obchodu jubileuszowego w 250 rocznice założenia Uniwersytetu we Lwowie. – Lwów. – 1914.

100. Pierscinski P., Lutowicz C., Guldon Z., 2001 – Staropolski okreg



przemysłowy. – Kielce: Wydawnictwo SAM-WIL.

101. Ptasnik J. Cracovia impressorum XV et XVI saeculorum. Leopoli, 1922.

102. Slotta R., 2001 – Zabytkowe zakłady górnicze jako pomniki kultury ze szczególnym uwzględnieniem “Lisiej sztolni” w Wałbrzychu // Międz. konferencja “Lisia Sztolnia w Wałbrzychu jako zabytek techniki europejskiego dziedzictwa kulturowego”. – Wałbrzych. – S. 8-15.

103. Świat Soli. Bochnia. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nettur.rst.com.pl/1655/index?Act=show_doc&id_dir=31&id_doc=

104. Szczygiel R. (red.), 1996 – Chełm i chełmskie w dziejach. – Chełm.

105. Szewczyk K., 2001 – Renowacja zabytkowej XVIII-wiecznej “Lisiej sztolni” w Wałbrzychu // Konferencja Nauk. – Techniczna “Zabezpieczanie i rewitalizacja podziemnych obiektów zabytkowych”. – Kraków – Bochnia. – S. 365-376.

106. Tajdus A., Mikos T., Chmura J., 2001 – Doświadczenia Wydziału Górniczego AGH w Krakowie w zakresie zabezpieczania i rewitalizacji podziemnych obiektów zabytkowych. // Konferencja Nauk.-Techn. “Zabezpieczanie i rewitalizacja podziemnych obiektów zabytkowych”. – Kraków – Bochnia. – S. 15-26.

107. Tajdus A., Mikos T., Chmura J., 2002 – Problemy techniczne adaptacji i zabezpieczania podziemnych obiektów zabytkowych // Międzynarodowa konferencja konserwatorska. – Kraków. – S. 163-178.

108. The World Book Encyclopedia. – Chicago-London-Sydney-Toronto: World Book, Inc. B. 1-22. – 1996.

109. Wieliczka: solne miasto. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.wieliczka.eu/pl>

110. Wild H.W. Schau- und Besucherbergwerke in Europa. – Bode, 1996. – 332 s.

111. Zabytkowa Kopalnia Soli w Bochni, Kopalnia Soli Bochnia 1995.

112. Zimmer B., 1974 – Miasto Chełm. Zarys historyczny. – Warszawa-Kraków.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

*Геннадій Гайко, Володимир Білецький,
Тадеуш Мікось, Януш Хмура*

**ГІРНИЦТВО Й ПІДЗЕМНІ
СПОРУДИ В УКРАЇНІ ТА ПОЛЬЩІ
(нарис з історії)**

Редактори

В.С. Білецький,

Г.І. Гайко

Коректор

О.В. Кузьменко

Комп'ютерна верстка

Ю.В. Молодан

Дизайн обкладинки

Ю.В. Молодан

Світлини:

Л. Белая, В. Білецький, О. Богданова, Ю. Бровендер, Г. Бьорнер,
Г. Гайко, Г. Генбусь, Ф. Залевський, Л. Кір'язєва, Т. Кордула,
Є. Косматий, А. Ломакін, П. Персцінський, М. Петрас,
Я. Подлецький, В. Пупков, М. Стецкель, П. Творек,
С. Уманський, Я. Хмура, З. Шумський

Підп. до друку 16.03.2009. Формат 60х84 1/16. Папір офісний.
Друк цифровий. Гарнітура Times. Ум. друк. арк. 18,9.
Обл. вид. арк. 9,8. Зам. 3-03609. Наклад 300 прим.

Донецьке відділення Наукового товариства ім. Шевченка,
«Редакція гірничої енциклопедії».
Український культурологічний центр
83086, м. Донецьк, вул. Артема, 45
тел./факс (062) 338-06-97, 337-04-80
e-mail: ukcdb@stels.net

Надруковано у

УДК 622 (09)

Г. Гайко, В. Білецький, Т. Мікось, Я. Хмура

Г 51 Гірництво й підземні споруди в Україні та Польщі: нариси з історії. - Донецьк: УКЦентр, Донецьке відділення НТШ, «Редакція гірничої енциклопедії», 2009. - 296 с.

Книга присвячена історії гірничої справи та підземного будівництва на теренах України і Польщі. Описані видатні пам'ятники гірництва та історичні підземні споруди, розглянуто початки промислового видобування корисних копалин і розвиток найбільш відомих гірничопромислових регіонів. Наведена історична, геологічна, гірничотехнічна інформація, показані приклади давніх гірничих технологій. Розповідається про сучасний стан, досвід відновлення та музеєфікації старих шахт і підземних споруд. При підготовці матеріалів цього видання автори відвідали описані гірничі споруди, вивчали знайдені артефакти, брали участь у наукових дослідженнях окремих об'єктів. Для фахівців з гірничої справи, широкого кола інженерно-технічних працівників гірничодобувної промисловості, студентів та всіх хто цікавиться історією техніки й підземних споруд.

G. Gayko, V. Biletskiy, T. Mikos, J. Chmura

Mining Engineering and Underground Structures in Ukraine and Poland: sketches from history. - Donetsk: UCCenter, Donetsk Branch NTS, "Edition Mining Encyclopedia", 2009. - 296 p.

This book is devoted to the history of mining engineering and underground construction in the area of Ukraine and Poland. Here is described the outstanding memorials of mining engineering and historical underground structures, the origins of industrial production of mineral resources were examined as well as the development of the most famous mining-industrial regions. It was presented historical, geological, mining-engineering information, and the examples of ancient mining technologies were shown. It is told about the present-day situation, experience of renovation and museum-creation of the ancient mines and underground structures. While preparing the material of this book the authors had visited the mine structures described, had studied found artifacts, and took part in scientific researches of separate objects. For specialists concerning mining engineering, wide audience of engineers and technical specialists dealing with mine production industry, students and everybody who is interested in the history of engineering and underground structures.

G. Gajko, W. Bielecki, T. Mikoś, J. Chmura

Górnictwo i budownictwo podziemne na Ukrainie i w Polsce; zarys dziejów. – Donieck: UKCentrum, Oddział Donieckiego Towarzystwa Naukowego im. Szewczenki – Redakcja Encyklopedii Górnictwa, 2009 – 296 s.

Książka obejmuje zarys dziejów górnictwa i budownictwa podziemnego na terytoriach Ukrainy i Polski. Opisuje znaczące zabytki górnictwa i historyczne wyrobiska podziemne od początków wydobywania kopalin i rozwój najbardziej znanych regionów górniczych. W książce zamieszczono informacje historyczne, geologiczne i górniczo – techniczne; pokazano też przykłady zastosowań starych technik górniczych. Opisano w niej stan obecny górnictwa, problemy renowacji i sposoby zabezpieczania reliktyw dawnego górnictwa pochodzących z zabytkowych kopalń i podziemi. Podczas przygotowywania materiałów do tego wydania Autorzy przebywali na opisywanych kopalniach, inwentaryzowali odnalezione artefakty, brali czynny udział w badaniach naukowych tych historycznych obiektów. Książka przeznaczona jest dla specjalistów z zakresu górnictwa, szerokiego kręgu pracowników inżynierji – technicznych z branży górniczej, studentów i wszystkich Czytelników, których interesują dzieje techniki i budownictwa podziemnego.

ISBN 978-966-2018-06-6