

Gille, Bertrand

Problemy średniowiecznej techniki górnictwej

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 12/3, 513-529

1967

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



Bertrand Gille

PROBLEMY ŚREDNIOWIECZNEJ TECHNIKI GÓRNICZEJ *

Celem niniejszej pracy jest nie tyle przedstawienie obrazu średniowiecznej techniki górniczej, ile nakreślenie wstępnej syntezy, która pozwoli uwypuklić zagadnienia metodologiczne.

Dotychczas autorzy, podejmując badania w tej trudnej dziedzinie, przeważnie wychodzili z założenia, że dzieło Agricoli *De re metallica*, mimo że opublikowane w bazylejskiej oficynie Frobenia w 1556 r., ukazuje stan techniczny kopalń i technikę górniczą średniowiecza. Wiadomo jednak, do czego z łatwością prowadzi snuć tego rodzaju analogii; toteż co do nas, uznaliśmy za nadmierne ryzyko twierdzenie, że wszystkie metody i wszystkie maszyny opisane w słynnym dziele Agricoli miały za sobą aż taką długą historię. Lecz usuwając Agricolę poza krąg rozważań, trzeba szukać innych źródeł dokumentarnych i poddawać je sumiennej analizie, by wydobyć możliwie jak najwięcej danych.

I. PROBLEM ŹRÓDEŁ

Dodatkowych źródeł nie ma oczywiście zbyt wiele i w zakresie podjętej przez nas problematyki nie mogą wyeliminować znacznej liczby niewiadomych. Wydaje się, że źródła te koncentrują się w trzech wyodrębniających się grupach.

1. ORDYNACJE GÓRNICZE

Liczba ordynacji górniczych jest stosunkowo duża. Szczegółowe studia nad nimi pozwoliły już dawno wykazać, że między niektórymi istnieją bardzo wyraźne podobieństwa i związki. Średniowiecznemu prawu górniczemu poświęcono wiele prac; warto wspomnieć najważniejsze (według krajów i chronologii prac).

Anglia:

T. Houghton, *Laws and Customs of the Miners in the Forest of Dean*. London 1689.

Austria:

C. Wenzel, *Handbuch des allgemeinen österreichischen Bergrechts*. Wien 1855.

N. von Wolfstrigl-Wolfskron, *Die Tiroler Erzbergbaue (1300—1665)*. Berlin 1899.

* Jest to pełny tekst komunikatu przygotowanego na XI Międzynarodowy Kongres Historii Nauki przez Bertranda Gille'a, profesora uniwersytetu w Clermont-Ferrand, redaktora czasopisma „Revue d'Histoire de la Sidérurgie”, autora m.in. książki *Les ingénieurs de la Renaissance* (por. recenzję w nrze 3/1965 „Kwartalnika”). Artykuł ten przetłumaczył z języka francuskiego Czesław Dyja. Uzupełnieniem artykułu prof. Gille'a jest opublikowana poniżej praca prof. Jana Pazdura (s. 531).

Belgia:

L. De Jaer, *Notes sur l'ancien droit minier liégeois*. „Annales des Mines”, 1945—1946, ss. 885—915.

Czechosłowacja:

A. Zycha, *Das böhmische Bergrecht des Mittelalters auf Grundlage des Bergrechts von Iglau*. T. 1—2. Berlin 1900.

P. Vitouš, *K původu jihlavského horního práva*. „Sborník pro Hospodářské a Sociální Dějiny”, R. 2, 1947, ss. 190—193.

P. Ratkoš, *Příspěvek k dějinám banského práva a baníctva na Slovensku*. Bratislava 1951.

J. Pošvář, *K počátkům jihlavského hornictví a horního práva*. „Vlastivědný Sborník Vysočiny”, nr 1/1956, ss. 27—54.

F. Hoffmann, *Jihlavské právo*. Havlíčkův Brod 1959.

J. Pošvář, *K otázce původu hornictví a horního práva v Srbsku a v Bosně. Příspěvek k dějinám českého, slovenského a jihoslovenského hornictví*. „Slovanské Štúdie”, R. 3, 1960, ss. 437—466.

Francja:

R. Barbe, *Recueil de titres authentiques [...] concernant les mines de fer de Rancié*. Toulouse 1865.

S. Luce, *De l'exploitation des mines et de la condition des ouvriers mineurs en France au XV^e siècle*. „Revue des Questions Historiques”, R. 21, 1877, ss. 189—202.

H. Dureau, *Les mines de fer au Moyen Age*. „Revue d'Histoire de la Sidérurgie”, R. 2, 1961, ss. 159—170.

P. Leon, *Un document médiéval: le règlement des mines d'Alleward*. „Revue d'Histoire de la Sidérurgie”, R. 3, 1962, ss. 229—240.

Niemcy:

H. Ermisch, *Das sächsische Bergrecht des Mittelalters*. Leipzig 1897.

A. Zycha, *Das Recht des ältesten deutschen Bergbaues bis ins 13. Jahrhundert*. Berlin 1899.

H. Löscher, *Die erste Annaberger Bergordnung vom 11 Februar 1493*. „Zeitschrift für Rechtsgeschichte”, seria: „Germanische Abteilung”, 1951, t. 68, ss. 435 i nast.

W. Schellhas, *Die älteste Urkunde des sächsischen Bergbaues*. „Freiberger Forschungshefte”, 1955, nr D 11.

H. Löscher, *Zur Frühgeschichte des Freiberger Bergrechts*. „Zeitschrift für Rechtsgeschichte”, [...], 1959, t. 76, ss. 343 i nast.

Szwecja:

W. Silberschmidt, *Das schwedische Bergrecht als Prüfstein für das Bergrecht von Goslar*. „Zeitschrift für Bergrecht”, R. 75, 1934, ss. 442—509.

W. Silberschmidt, *Das schwedische und das Goslarer Bergrecht*. „Zeitschrift für Bergrecht”, R. 76, 1935.

Tureckie zabory w Europie:

R. Anhegger, *Beiträge zur Geschichte des Bergbaues im osmanischen Reich*. T. 1—6. Istanbul 1943—1946.

N. Beldiceanu, *Les actes des premiers sultans conservés dans les manuscrits turcs de la Bibliothèque Nationale à Paris*. T. 2: *Règlements miniers (1390—1512)*. Paris 1964.

Włochy:

L. Simonin, *De l'ancienne loi des mines de [...] Massa*. „Annales des Mines”, seria 5, 1859, ss. 1—15.

P. Opet, *Die älteste venetianische Bergordnung und das sächsische Bergrecht*. „Zeitschrift für Bergrecht”, R. 35, 1895, ss. 314—327.

Warto ponadto zapoznać się z opracowaniem ogólnym:

I. Toscani, *Beiträge zur Geschichte der ältesten bergrechtlichen Urkunden*. „Zeitschrift für Bergrecht”, R. 18, 1877, ss. 336—354

i w ogóle z kompletem roczników „Zeitschrift für Bergrecht”¹.

Rozporządzamy więc tekstami, które ongi obowiązywały w kopalniach całej niemal Europy zachodniej (choć istnieją jeszcze pod tym względem i białe plamy, do nietkniętych badaniami obszarów należy przede wszystkim Hiszpania). Teksty wydają się przy tym dobrze ustalone; pozostaje tylko do rozstrzygnięcia kilka kwestii, które dotyczą datowania tekstów, warunkującego w znacznej mierze właściwe wykrycie ich filiacji.

W wyniku dotychczasowych badań można bodajże wywieść całe prawodawstwo górnicze Europy środkowej ze wspólnego pierwowzoru, który powstał w rejonie Goslaru (w górach Harzu), gdzie górnictwo rozwijało się od końca X w. Wpływy prawodawstwa Goslaru rozciągały się ku północy aż do Szwecji, ku wschodowi do rejonu Freiberga w Saksonii, a stamtąd ku południowi poprzez Iglawę do rejonu kopalń węgiersko-słowackich na Spiszu, w Bańskiej Szczawnicy i Kremnicy, i dalej do krajów podległych panowaniu Turków — do Siedmiogrodu (Bistrita, Rodna), Macedonii, Serbii i Bośni.

Istnieje prawdopodobieństwo, że inna gałąź prawodawstwa przysłała z Tyrolu, rozpościłając się następnie — poprzez Kutną Horę — aż po Kretę.

Dalsze badania porównawcze prowadzą do wniosku, że stare prawo niemieckie nie pozostało bez wpływu na kształtowanie się niektórych ordynacji we Włoszech i Francji (w szczególności w rejonie Massa i kopalń rejonu lyońskiego). Do sprawy tej jeszcze powrócimy.

Niektóre teksty francuskie, np. pochodzące z Vicdessos w Pirenejach, z Allevard w Delfinacie i z Beaumont la Ferrière w Normandii^{1a} nie zostały dotychczas dostatecznie zbadane, trudno więc je odnieść do jakiegoś wspólnego pnia. Wypada jednak zauważyć, że w trzech ostatnich wypadkach chodzi o kopalnie żelaza, nie zaś o kopalnie miedzi, ołowiu i srebra, których dotyczyły ordynacje górnicze środkowych i północnych obszarów Europy.

Najważniejsze, a przy tym najstarsze ordynacje górnicze, którymi dysponujemy, to ordynacje z Freiberga, Iglawy i Kutnej Hory. Ordynację z Iglawy cytuje pewien tekst Wacława I z 1249 r.; ordynację z Bańskiej Szczawnicy ogłoszono za panowania Beli IV (1235—1270); ordynacja zaś z Kremnicy, dziś zaginiona, miała pochodzić z lat 1307—1342 i wzorować się na przepisach dla Kutnej Hory, wydanych za czasów Wacława II (1283—1305). Ordynacje serbskie zostały już pod koniec XIV w. potwierdzone przez sułtanów tureckich.

¹ Poza tą literaturą podstawową zob. też *Literaturę uzupełniającą* zamieszczoną na końcu artykułu.

^{1a} Por.: R. Puzenat, *La sidérurgie armoricaine*. Rennes 1939.

Nasuwa się poważne zadanie badawcze do rozwiązania: czy wspólny pierwowzór Europy środkowej pozostawał w jakimś związku z prawodawstwem rzymskim, którego kilka istotnych fragmentów zachowało się do dnia dzisiejszego²? Związki i podobieństwa między ordynacjami mają tym większe znaczenie, że znajdujemy w nich przepisy techniczne o wielkiej wadze dla badań nad techniką stosowaną w kopalniach średniowiecza. Z problemem filiacji między tekstami prawnymi łączą się dwie dodatkowe kwestie, których doniosłość jest równie oczywista.

Jedna z tych kwestii ma charakter językowy. Należy mianowicie jak najbardziej wnikliwie zbadać słownictwo górnicze, i to zarówno stosowane w ordynacjach, jak występujące w tekstach innego rodzaju. Zauważyć się da na ogół bardzo wyraźny wpływ języka niemieckiego. Wskazywano na fakt, że cała turecka terminologia górnicza jest pochodzenia niemieckiego³. Tego samego dowiedziono zresztą dla Rumunii⁴, jak również dla ordynacji górniczej kopalń Massa w Toskanii⁵. Oto przykładowe terminy z tej ostatniej ordynacji i terminy niemieckie:

<i>guindo</i>	<i>Winde</i>	(kołowrót)
<i>guerchi</i>	<i>Werk[leute]</i>	(robotnicy)
<i>scitum</i>	<i>Schütte</i>	(zwał rudy)
<i>arialla</i>	<i>Erzhalle</i>	(skład rudy)
<i>argeffa</i>	<i>Erzheffen</i>	(żużel)

Dobrze by było ułożyć słownik tego typu terminów technicznych z uwzględnieniem dokładnego ich datowania; uzyskany w ten sposób materiał porównawczy byłby prawdopodobnie niesłychanie pouczający.

Druga kwestia ma bezpośredni związek z pierwszą: jest to problem migracji robotników. Dowiadujemy się z napotykanych poza ordynacjami tekstów (których należy systematycznie usilnie poszukiwać), że pewni władcy, pragnąc rozwinąć u siebie górnictwo, werbowali robotników z obcych terenów. W ciągu całego średniowiecza znajdujemy na to nieprzerwany łańcuch przykładów. Z tekstów tych wynika, że rekrutowano głównie górników niemieckich.

Już w połowie XII w. Geza II (1141—1161) wezwał osadników niemieckich do Siedmiogrodu, gdzie ponownie uruchomili niegdyś tam eksploatowane a potem opuszczone kopalnie. Tego samego pochodzenia co górnicy Siedmiogrodu byli górnicy Spisza, którzy napłynęli bodaj znad ujścia Renu albo z Flandrii. Osadników saskich ściągał do Serbii król Uros w początkach swego panowania (1243—1276). Język ludności germańskiej w Szemnicach i innych okręgach górniczych tej części Europy był mieszaniną narzecza bawarskiego i środkowoniemieckiego.

Niektórzy autorzy utrzymują, że za panowania Henryka II (1056—1077) bunt górników spowodowały w rejonie Goslaru kryzys, który wiązać się musiał z emigracją na wielką skalę tamtejszych mas górni-

² *Lex metallis dicta* została zanalizowana przez L. Mispouleta w „Revue Générale de Droit et de Jurisprudence”, 1907, ss. 20—30; fragment odkryty nieco później w Hiszpanii, brązowa tablica z Aljustrel, stanowił temat rozważań J. Flacha w „Revue Historique de Droit Français et Étranger”, R. 2, 1878, s. 274. Porównanie tych wszystkich tekstów nie było dotychczas przedmiotem poważniejszych badań.

³ N. Beldiceanu, *op. cit.* (w tekście rozdz. I, § 1).

⁴ M. Homorodean, *Contributions à l'étude de la terminologie minière roumaine*. „Cercetări de Lingvistică”, R. 2, 1957, ss. 193—208.

⁵ L. Simonin, *De l'exploitation des mines et de la métallurgie en Toscane pendant l'Antiquité et le Moyen Age*. „Annales des Mines”, seria 5, 1858, ss. 557—615.

czych. W odniesieniu do XV w. stwierdzono, że nie ulegającym wątpliwości skutkiem wychodźstwa górników była szeroka ekspansja techniki niemieckiej. Pod koniec XIV w. i na początku XV w. Serbia przejmuje tzw. ordynacje saskie⁶. W pierwszej połowie XV w. wezwano górników niemieckich do okręgu lyońskiego, by wznowili działalność kopalń Jacques Coeura⁷. W drugiej połowie tego wieku natomiast zarówno Iwan III w Rosji, jak Henryk VI w Anglii (w 1452 r.) sprowadzają górników z Czech i Węgier⁸.

Do podstawowych tekstów źródłowych badacz mógłby dołączyć jeszcze inne, często mniej dokładne albo trudniejsze do interpretacji, których dotychczas nigdy nie gromadzono:

niektóre podania, zwłaszcza legendy o cudach; dzięki nim dowiedziano się np. kilku ciekawych szczegółów na temat eksploatacji rud żelaza w rejonie Allevard w Delfinacie w XII w. (zawiera je druga księga *Miracles de Pierre le Vénérable*)⁹;

niektóre teksty dyplomatyczne; znaleziono tu np. dodatkowe dane o kopalnictwie rud żelaza w Szampanii pod koniec XIII w.¹⁰;

zbiory koncesji górniczych, gdzie szczególnie cenną zaletą zawartych danych byłaby ich masowość; przykładem może służyć m.in. kartularz hutnictwa żelaza we Francji, który zaczęto publikować¹¹;

zbiory rachunków kopalnianych, które mogą być niezmiernie bogatym źródłem informacji o charakterze technicznym.

2. ŹRÓDŁA IKONOGRAFICZNE

Pochodzą dopiero z końca XV w. i początku XVI w. A jednak najprawdopodobniej nasza znajomość tych ważnych źródeł jest bardzo niekompletna. Po jak najbardziej dokładnym zewidencjonowaniu materiałów trzeba będzie przystąpić do ścisłego ich datowania oraz wyczerpującego zestawienia wszystkich elementów, które w nich występują. Wśród znanych źródeł ikonograficznych reprezentują (chronologicznie)

XV wiek:

rękopis zwany *Średniowieczną księgą rachunków* (zbiór von Waldburg-Wolfegga, prawdopodobnie zaginiony), który daje obraz średniowiecznej kopalni sztolniowej¹²;

kancjonał z Kutnej Hory, zachowany w Bibliotece Narodowej w Wiedniu¹³;

⁶ Por.: A. Mehlan, *Über die Bedeutung der mittelalterlichen Bergbaukolonien für die slavischen Balkanvölker*. „Revue Internationale des Études Balkaniques”, 1938, t. 2, ss. 383—404; oraz: B. Saria, *Der mittelalterliche sächsische Bergbau auf dem Balkan*. „Ostdeutsches Wissenschaftliches Jahrbuch des Ostdeutschen Kulturrates”, R. 9, 1962, ss. 131—150.

⁷ M. Mollat, *Les affaires de Jacques Coeur* [...]. Paris 1952—1953.

⁸ Por.: B. Gille, *Les XV^e et XVI^e siècles en Occident*. W serii wydawniczej: *Histoire générale des techniques*. Paris 1965, ss. 134—135.

⁹ Por.: T. Sclafert, *L'industrie du fer dans la région d'Allevard au Moyen Age*. Grenoble 1926; por. też: P. Krenkel, *Paulus Niavio, Iudicium Iovis oder das Gericht der Götter. Ein litterarisches Dokument aus der Frühzeit des deutschen Bergbaues*. „Freiberger Forschungshefte”, 1953, nr D 3.

¹⁰ A. Longnon, *Documents relatifs au comté de Champagne et de Brie*. T. 2. Paris 1904, ss. 23—24.

¹¹ „Revue d'Histoire de la Sidérurgie”, R. 3, 1962; R. 4, 1963.

¹² Por.: A. von Essenwein, *Das mittelalterliche Hausbuch*. Frankfurt 1887; też: T. Bossert, W. F. Stock, *Das mittelalterliche Hausbuch*. Leipzig 1912.

¹³ Por.: *Les mines et les forges dans l'art*. Paris 1956, ryc. 15.

łańcuch ceremonialny cechmistrza złotników Gandawy¹⁴;
barwny rysunek pochodzący z rękopisu z ok. 1480 r., zachowanego
w Muzeum Siegerlandu¹⁵.

XVI wiek (przed Agricolą):

przepiękny rękopis o kopalni Św. Mikołaja w La Sainte Croix-aux-
-Mines w Lotaryngii, ilustrowany przez Heinricha Grossa¹⁶;

Schwarzer Bergbuch z 1556 r., którego trzy rękopiśmienne kopie znaj-
dują się w Innsbrucku i po jednej w Leoben, Monachium i Wiedniu;
znakomity ołtarz w Annabergu, pochodzący z 1520 r.¹⁷⁻¹⁸;

srebrny kielich znajdujący się w Narodowym Muzeum Historycznym
w Bernie¹⁹;

gobeliny z Salins, zachowane w Muzeum Luwru²⁰;

Roboty górnicze, obraz Gassena z 1544 r., zachowany w Królewskim
Muzeum Sztuk Pięknych w Brukseli²¹;

Roboty górnicze i kuzienne, obraz z Blès (ok. 1540 r.), którego kopie
znajdują się w Pradze, Dreźnie i Florencji²².

Po największej części chodzi tu nie o dzieła wyobraźni, lecz o arty-
styczne ujęcie rzeczy widzianych. Powyższe dokumenty, choć niezbyt
liczne, są świadectwem o wielkim znaczeniu.

3. PRACE POSZUKIWAWCZE

Nasza epoka, od pewnego czasu żywo interesująca się historią kultu-
ry materialnej, potrafiła dowieść, jak poważne rezultaty mogą dać prace
wykopaliskowe, prowadzone w sposób naukowy.

Ale problem poszukiwań archeologicznych i badań terenowych w in-
teresującej nas dziedzinie z pewnością nie należy do łatwych. Odnalezie-
nie kopalń, których eksploatacja odbywała się wyłącznie w średniowie-
czu, związane jest z wielkimi kłopotami. W większości wypadków eks-
ploatacja była przecież kontynuowana, toteż bardzo trudno ustalić, które
prace wykonane zostały w średniowieczu, a które później, albo też —
wcześniej. W tej sytuacji trzeba niezbędnie co najmniej sporządzić jak
najbardziej kompletny i dokładny wykaz kopalń, których eksploatacji
na pewno zaniechano najpóźniej w początkach XVI w.

Z powyższego punktu widzenia dużo dałoby zgromadzenie i zbadanie
wszystkich tekstów koncesji górniczych, nadanych w średniowieczu,
o których wspominaliśmy już w punkcie omawiającym źródła pisane.
Teksty mogą dawać w tym względzie wyraźne wskazówki. Dzięki nim
udało się np. ustalić, że kopalnie w Massa zostały porzucone w okresie
wielkiej zarazy w połowie XIV w.

Oczywiście są wypadki, w których zachowana architektura pozwala
bez wahania odnieść wykonanie pewnych robót do okresu średniowiecza:
za przykład mogą służyć wielkie sklepione sale w żupie solnej w Salins

¹⁴ Por.: P. Lacroix, *Les sciences et les lettres au Moyen Age*. Paris 1877.

¹⁵ Por.: *Les mines* [...], ryc. 13.

¹⁶ H. Gross, *Les mines d'argent de La Sainte Croix-aux-Mines en Lorraine
au XVI^e siècle*. Nancy 1909.

¹⁷⁻¹⁸ Por.: *Les mines* [...], ryc. 23.

¹⁹ Tamże, ryc. 19.

²⁰ Tamże, ryc. 21.

²¹ Tamże, ryc. 25.

²² R. Evrard, *Les artistes et les usines à fer*. Liège 1955, s. 27.

w Jurze francuskiej²³. Ale przeważnie nawet świadectwa architektoniczne nie usuwają licznych wątpliwości.

Niektóre prace poszukiwawcze prowadzono stosunkowo dawno: np. w Massa w połowie XIX w.²⁴, w Bośni — pod koniec tegoż wieku²⁵. Głównie jednak badania terenowe rozpoczęły się po drugiej wojnie światowej. Tak np. zbadano metodycznie polskie kopalnie soli w Wieliczce, osiągając — jak wiadomo — znakomite rezultaty. To samo dotyczy Czechosłowacji²⁶.

II. OGÓLNY ZARYS TECHNIKI GÓRNICZEJ

W świetle badanych źródeł można określić w ogólnych zarysach główne metody techniczne, którymi posługiwano się w średniowiecznym górnictwie. Pominiemy przy tym rozmyślnie skomplikowany problem poszukiwania złóż, używano tu bowiem odrębnych metod technicznych.

Zanim przejdziemy do nakreślenia tego związłego obrazu, wypada nam sprecyzować parę istotnych zastrzeżeń.

Posiadane teksty są zbyt mało dokładne, by można było ustalić jakąś wyraźną linię rozwoju techniki. Przypuszczać zresztą należy, że postęp w tej dziedzinie był bardzo powolny i że dopiero w XVI w. zdołano dokonać poważniejszego skoku naprzód — na co właśnie świadectwa dostarczył Agricola.

Sposoby eksploataowania złóż różniły się między sobą ogromnie w zależności od rodzaju poszukiwanych kopaln. Można pod tym względem podzielić kopalnie na trzy wielkie grupy:

a) technika w kopalniach soli miała wyraźnie odrębny charakter; wiadomo, że poza bagniskami słonymi istniały dwa rodzaje eksploatacji: kopalnie podziemne, gdzie stosowano metody techniczne pod wieloma względami zbliżone do tych, które omówimy poniżej, oraz źródła słone, gdzie główny problem stanowiło wydobywanie solanki;

b) kopalniami chodnikowymi były przeważnie kopalnie miedzi i ołowiu (łącznie ze srebrem), wówczas najbardziej rozpowszechnione, oraz nieliczne jeszcze kopalnie węgla; przytoczyliśmy również kopalnie rud żelaza tego typu, istniejące wtedy w Szampanii, Delfinacie i Pirenejach;

c) metodami odkrywkwowymi, nie przysparzającymi szczególnych trudności technicznych, eksploatowano najczęściej rudy żelaza.

Zatrzymamy się przede wszystkim na drugiej z tych grup, najbardziej interesującej z technicznego punktu widzenia.

1. SZYBY

W wielu wypadkach musiano szukać żył kruszcowych w ziemi, a zatem drążyć szyby w jej głąb. Dopiero po dotarciu do złoża można było przystąpić do pędzenia chodników służących do właściwej eksploatacji.

Szyby były najczęściej pionowe, choć trafiały się również pochyłe. Musiały mieć wymiary umożliwiające zarówno ruch robotników, jak

²³ Por.: M. Prinét, *L'industrie du sel en Franche Comté avant la conquête française*. Paris 1900.

²⁴ Por.: L. Simonin, *op. cit.*

²⁵ Por.: L. Pogatschnig, *Alter Bergbau in Bosnien*. „Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und Herzegovina”, R. 2, 1894, ss. 152—157.

²⁶ J. Kořan, *Dějiny dolování v rudním okrsku kutnohorském*. Praha 1950; też: J. Kořan, *Přehledné dějiny československého hornictví*. T. 1. Praha 1955

transport dobywanego z ziemi urobku, tj. skał płonnych lub rudy. Ordynacje serbskie wymieniają otwory szybowe o wcale znacznych wymiarach: $3,42 \times 0,82$ m a nawet do 1,24 m; w toku poszukiwań prowadzonych w rejonie Massa odkryto jednak szyby o znacznie mniejszych wymiarach: są one okrągłe a średnica ich wynosi 1,0—1,2 m. Różnice te pozostają zapewne w związku z gęstością rozmieszczenia szybów wyciągowych, wiadomo bowiem, że liczba szybów na niektórych złożach była bardzo znaczna²⁷.

Nad szybami niejednokrotnie wznoszono drewniane szopy, jak to widać na ilustracjach. Przeznaczeniem ich było, z jednej strony, osłaniać otwór szybu od deszczu i śniegu, z drugiej zaś — bronić do niego dostępu. Nad szybem znajdował się często kołowrót, o którym mowa będzie poniżej.

Głębokość szybów zależała oczywiście od głębokości zalegania pokładów. W Massa np. szyby sięgały głębokości 50—100 m, a w Novo Brdo (Serbia) w 1488 r. 85—171 m. Głębokość 200 m, jak się zdaje, nie często była przekraczana.

Czas głębiania zmieniał się naturalnie wraz z głębokością. W Janjovie (Serbia) głębianie niektórych szybów wymagało w 1488 r. 3—6 miesięcy czy niekiedy całego roku, a w Trepcy w tym samym okresie 2—4 lat. W Novo Brdo — mowa tu wciąż o tym samym rejonie i okresie — budowa niektórych szybów wymagała 10, 12 lub 15 lat; przypuszczać wszak można, że w tym ostatnim wypadku chodzi o kolejne pogłębiania w miarę wyczerpywania żył kruszcowych.

Źródłem największych trudności były zawały w rejonach lub strefach odznaczających się większą lub mniejszą sypkością gruntu. W takich wypadkach wykładano szyb deskami, które — jak ukazuje rękopis z Saint-Marie — były ustawiane pionowo. Wzmacniano je ramami z belek, rozstawianymi w pewnych odstępach. Szczeliny między deskami wypełniano filcem, co zapewne miało zapobiegać wdieraniu się wody. Kilka szybów w Massa obudowano nawet cegłą.

Długie, na stałe umocowane drabiny służyły robotnikom do schodzenia pod ziemię, przy czym wzdłuż szybu rozmieszczano spoczniki.

2. CHODNIKI

Chodniki dochodziły zazwyczaj do szybu. Jeżeli jednak istniały po temu warunki, mogły wychodzić na powierzchnię jako sztolnie: widzimy to np. w *Średniowiecznej księdze rachunków* i na obrazie Gassena; spotyka się też takie przykłady w Massa i w Vicedessos (Pireneje).

Istniało kilka rodzajów chodników, zależnie od celu, któremu miały służyć: transportowe, wentylacyjne, odwadniające, eksploatacyjne. Do chodników wentylacyjnych i odwadniających jeszcze powrócimy.

Chodniki transportowe miały różne wymiary, w zależności zapewne od własności i charakteru górotworu, a także od rodzaju urabianego materiału. W Serbii wysokość ich była przeważnie dwa razy większa niż szerokość, sięgając zazwyczaj 2,13 m. Chodniki zbadane w Bośni są mniejszych rozmiarów: $1 \times 0,5$ m; w Massa natomiast mają szerokość 1,6—1,7 m przy wysokości 1,8 m; ściany są przy tym bardzo czyste i dobrze wyrównane.

²⁷ Przekrój prostokątny sprzyjał szybkiej obudowie. Przekrój o kształcie trapezu stosowano przy znacznym ciśnieniu.

Niektóre chodniki były bardzo rozbudowane. Wyrobisko Vernay w kopalniach Jacques Coeura (rejon Lyonu) miało 300 m długości przy 50 m różnicy poziomiu. Chodniki w Salins (w prowincji Franche Comté) stały się obszernymi sklepiionymi piwnicami: komora szybu Amont otrzymała sklepienie kolebkowe o wysokości 10,3 m w zworniku; komora szybu Grès o sklepieniu żebrowym miała wymiary: wysokość — 11 m, długość — 53 m i szerokość — 16 m; przy szybie Muire kilkupiętrowa komora była sklepiiona ostrołukowo. Komory kopalń w Salins powstały — wedle niektórych autorów — już w wiekach X—XIII.

Chodniki eksploatacyjne były najczęściej urządzone o wiele gorzej.

Wykonanie chodników stawiało przed górnikami wiele ciekawych problemów, o których posiadane przez nas teksty i ilustracje informują niestety nie dość dokładnie.

Wytyczenie chodników i nadanie im odpowiedniej pochyłości — w szczególności w chodnikach odwadniających — wymagało dość gruntownych umiejętności w dziedzinie niwelacji. Posługiwano się węgielnicą i poziomnicą, które to przyrządy można zaliczyć do klasycznych. Rysunek wielkiego inżyniera ze Sieny, Francesca di Giorgio, pochodzący przypuszczalnie z lat 1470—1475, pokazuje takie właśnie przyrządy użyte przy budowie chodnika minowego w czasie pewnego obłożenia²⁸; używano ich też zapewne w górnictwie. Trudno dziś stwierdzić, czy posługiwano się kompasem; rzekomo miał być używany w Massa w pierwszej połowie XIV w., teksty są jednak w tym względzie niejasne.

Drugim problemem była sprawa obudowy. Nie ulega wątpliwości, że stosowano obudowę drewnianą; na ślad jej natrafiono w Massa: belka z połowicy pnia spoczywała tu na dwu filarach. Według ordynacji kopalń rejonu lyońskiego stojaki były wykonywane przez cieśli. Obudowa taka jest doskonale widoczna na niektórych ilustracjach (rękopis z Saint-Marie, *Średniowieczna księga rachunków* w odniesieniu do chodników sztolniowych).

W toku pracy mogły zdarzać się pewne incydenty. Ordynacje górnicze przewidują zazwyczaj dwa ich rodzaje, wynikające z mnożenia się kopalń na tym samym złożu.

Spotkanie się dwu chodników należących do różnych kopalń zdarzało się niewątpliwie dość często, pomimo że dokonywano dokładnego rozgraniczenia na powierzchni. Musiano wtedy przerywać roboty i wyznaczać granicę eksploatacji. Mogło się również przytrafić, że chodnik jednej kopalni niespodziewanie natrafiał na szyb drugiej.

Sprawa przedstawiała się o wiele poważniej, gdy dwa chodniki należące do różnych kopalń znalazły się jeden nad drugim i wskutek tego następowało zawalenie się górnego chodnika. Ordynacja z Allevard (1395 r.) wyraźnie przewiduje taki wypadek. Użytkownikowi górnego chodnika przysługiwało wówczas prawo zatrzymania terenu.

3. WYBIERANIE

Wybieranie odbywało się w sposób bardzo jeszcze prymitywny. Jednakże odkryte w kopalniach Massa przecznice i przekopy, często o znacznej długości, zdają się wskazywać, że górnicy owej epoki posiadali gruntowne wiadomości co do zasięgu kruszczośnych złóż, zarówno po rozciągłości, jak i na głębokość.

²⁸ Zob.: B. Gille, *Les ingénieurs de la Renaissance*. Paris 1964, s. 105.

Stosowane wówczas narzędzia nie różniły się przypuszczalnie od tych, którymi posługiwano się w bardzo odległych epokach. Do najczęściej wymienianych należą: kilofy, oskardy, łomy, młoty i kliny, widać je też wyraźnie na licznych ilustracjach zawartych w *Schwarzer Bergbuch*. W chodnikach kopalń Massa natrafiono na kilofy o ostrzu dokładnie nastalonym i dobrze jeszcze zarysowanym. Wymiary ich były rozmaite, zależnie od twardości skał. W rękopisie z Sainte Croix widać również robotników zajętych rozłupywaniem brył za pomocą klinów, młotów i łomów.

Jak się zdaje, przy urabianiu skał, zwłaszcza skał kwarcowych jak np. w Massa, posługiwano się wówczas powszechnie ogniem. Według ordynacji z Novo Brdo (1488 r.) węgiel i drewno służyły do nagrzewania żył kruszonych w chodnikach. Wyszczególnia się tam wynagrodzenie „robotników niewiernych”, którzy rozpalali i gasili węgiel i drwa. Tę metodę techniczną, zaliczaną zresztą do bardzo starych, wymienia wiele innych ordynacji, nigdzie natomiast nie ma wzmianki o używaniu prochu przy eksploatacji złóż.

Żył kruszcowe w Massa były wybierane sposobem spągowo-schodowym lub stropowo-schodowym w komorach eksploatacyjnych, które były bardziej obszerne, niż komory pokazane w rękopisie z Sainte Croix czy w *Schwarzer Bergbuch*. W komorach tych mogła pracować cała brygada. W innych kopalniach front eksploatacji był o wiele mniejszy, gdyż wielkie komory mogły być zakładane jedynie w skałach o dużej wytrzymałości, przy czym pozostawiano w nich filary według bardzo logicznego układu.

W wielu wypadkach wypełniano, jak się zdaje, porzucone chodniki podsadzką ze skał płonnych, zapobiegając w ten sposób zawałom i równocześnie unikając konieczności wydobywania tych skał na powierzchnię.

4. OŚWIETLENIE I PRZEWIETRZANIE

Były to problemy poważne i niejednokrotnie trudne do rozwiązania.

Oświetlenie miało zupełnie prymitywny charakter. W Massa znaleziono olejowe lampy z żelaza i wypalanej gliny. Pracując robotnicy często trzymali lampę w zębach. Tak właśnie czynili górnicy w Vicedossos, przy czym mieli przy sobie krzesiwo i hubkę do zapalania lamp, sporządzonych z małego rogu zawierającego olej i knot.

Bardziej skomplikowana była sprawa przewietrzania. Ordynacje środkowej Europy przewidywały wyraźnie chodniki i szyby wentylacyjne. I jednych, i drugich wolno było używać wyłącznie do przewietrzania, istniał zatem zakaz wybierania urobku w chodniku wentylacyjnym, jak również posługiwania się nim dla transportu. Co się tyczy szybów wentylacyjnych, nie wolno było stawiać przeszkód przedsiębiorcy w ich głębień, nawet jeśli wychodziły na teren nie należący do niego: takie postanowienie zawiera np. ordynacja górnicza dla Kratowa z 1390 r.

Starano się zapewne ulepszyć ten rodzaj przewietrzania. Urządzenia jednak, którymi posługiwano się w tym celu, zaginęły niestety całkowicie, na ich ślad natrafiamy natomiast, badając zachowaną ikonografię kopalń. Najczęściej stosowano rodzaj małych kołowroteków obracających się na wietrze, a niekiedy nawet wiatraczki umieszczone ponad wyłotem szybów wentylacyjnych. W każdym razie zdawano sobie sprawę z tego, że zepsute powietrze stanowi niebezpieczeństwo dla człowieka i że należy w tym względzie zachować jak największą ostrożność.

5. TRANSPORT I WYDOBYWANIE RUDY

W tej właśnie dziedzinie bodajże zdołano osiągnąć w okresie średniowiecza największe postępy dzięki stosowaniu coraz bardziej udoskonalonych maszyn.

Na początku urobek transportowali pod ziemią ludzie na własnych barkach. Do tego celu używano koszy na plecy (np. w Vicdessos) albo też worków z bawolej skóry, na których resztki natrafiano w Massa. W kopalniach Massa, jak się zdaje, zatrudniano wówczas poważną liczbę tragarzy (*bolgainoli*).

W szybie podnoszenie rudy i skał płonnych odbywało się za pomocą ręcznych kołowrotów. Na żadnej z posiadanych ilustracji nie widać innych maszyn wyciągowych poza kołowrotami wprowadzanymi w ruch przez dwu robotników. Z ordynacji górniczych dla Novo Brdo, pochodzących z lat 1488 i 1494, wynika, że worki, które wyciągano na powierzchnię za pomocą ręcznego kołowrotu, były sporządzane ze skóry, liny zaś — z konopi. W Kratowie (1390 r.) ziemię wynoszono na powierzchnię za pomocą niecek, nie stosując zatem ani kołowrotu, ani lin, system ten wszakże uważany był za prymitywny.

Pojawienie się wózków nastąpiło niewątpliwie dość późno, zapewne w drugiej połowie XV w. Takie właśnie wózki figurują w *Średniowiecznej księdze rachunków*, w rękopisie z Sainte Croix i w *Schwarzer Bergbuch*. Wszystkie mają jednakowy kształt: są to pudła wzmocnione żelaznymi okuciami, z tyłu wyższe niż z przodu. Oś tylna jest dłuższa, koła zaś rozstawione szerzej niż na przedzie. Można łatwo zrozumieć celowość takiej konstrukcji: pragnąc obrócić wózek, podnoszono w górę jego przednią część, co było dość łatwe wobec znaczniejszego obciążenia tylnej części wózka; dzięki temu dawał się on obracać na samych kołach tylnych. Jest to urządzenie znane pod nazwą „psa”.

Zapewne dość wcześnie zaczęto umocowywać na ziemi deski, tworząc coś w rodzaju szyn, po których wózki poruszały się o wiele łatwiej. Szyny takie widać bardzo wyraźnie w rękopisie z Sainte Croix.

Możliwe również, że w tym samym okresie w większych kopalniach zastąpiono ręczne kołowroty kieratami wprawianymi w ruch przez zwierzęta. Doskonały tego przykład znajdujemy w rękopisie z Kutnej Hory, zachowanym w Bibliotece Wiedeńskiej. W środku miniatury widać wyraźnie kierat, a dokoła niego mnóstwo worków, w których dokonywano transportu urobku pod ziemią.

6. ODWADNIANIE

Problem wody był dla kopalń zawsze problemem niezmiernie trudnym do rozwiązania i może najbardziej doniosłym. Wiele ilustracji ze *Schwarzer Bergbuch* ukazuje nastrój trwogi, jaki ogarniał górników, ilekroć jakieś źródło zaczynało zniecka zalewać chodnik wodą. Nie ulega wątpliwości, że gdy przepływ wody przekraczał możliwości odwodnienia, kopalnię musiano porzucić.

Przy odwadnianiu stosowano dwie metody techniczne. Jedna polegała na zbieraniu i odprowadzaniu wód kopalnianych, odbywającym się zwykle przy użyciu specjalnie do tego przeznaczonych pochyłych chodników. Mogły one przebiegać na różnych poziomach, łącząc się ze sobą za pośrednictwem szybków, przy czym najgłębiej leżący chodnik gromadził wody z wyżej położonych. Od 1499 r. obowiązywała w Novo Brdo zasada, że chodniki odwadniające nie mogą służyć do innych celów.

Przy większej liczbie kopalń na tym samym złożu drażono niekiedy — jak w Sidreqapsa — wspólne chodniki odwadniające (teksty z 1451 r. i z lat 1478—1479). Dla Kratowa istnieje informacja z 1488 r., że jeśli w wypadku zalania kopalni nie dało się odprowadzić wód przez wylot szybu, drażono chodnik na niższym poziomie.

Jeżeli dopływ wody był niewielki, jak np. w Massa, zadowalano się wykonywaniem ścieków w chodnikach transportowych.

Odprowadzanie zebranych w ten sposób wód było w wysokim stopniu ułatwione, jeśli kopalnia leżała na zboczu wzniesienia; wystarczyło wówczas wyprowadzić chodniki odwadniające na zewnątrz. W kopalniach węgla w Liège pokłady były nachylone w kierunku doliny, co niezawłocznie wykorzystano dla odprowadzania wód. Chodniki odwadniające były tu utrzymywane na wspólny koszt²⁹. Wykorzystano je nawet dla zaopatrzenia miasta Liège w wodę³⁰.

Gdy nie było można odprowadzić wody w tak prosty sposób, musiało decydować się na jej podnoszenie. Zachowane materiały nie dają jasnego obrazu metod technicznych, którymi się w tym celu posługiwano. Możliwe, że liczba kopalń, które musiano porzucić z powodu zalania, była stosunkowo znaczna. Fakty takie zdarzały się bodaj dosyć często w serbskim rejonie górniczym wokół Trepcy ok. 1488 r.

W niektórych wypadkach stosowano prawdopodobnie system najbardziej pierwotny, który polegał na transportowaniu wody w skórzanych workach do szybu i wyciąganiu jej następnie w górę, podobnie jak rudy, za pomocą kołowrotów i lin. Ordynacja wydana dla Novo Brdo (1488 r.) przewiduje specjalne wynagrodzenie dla robotników pracujących w wodzie i usuwających ją z kopalni. W tym samym okresie i w tym samym rejonie, w Iziag, wodę odprowadzano w dwu miejscach przy pomocy 50 czy 60 robotników; zanotowano przy tym, że operacja ta wymaga wydatków na liny, skórę i tłuszcz oświetleniowy; stosowano więc zapewne wyżej opisaną metodę. W ordynacji dla Novo Brdo z 1494 r. znajdujemy wskazówkę, że istnieli wówczas górnicy specjalizujący się w tych pracach: poruczano im wyrobiska dla przeprowadzenia prac osuszających.

Dopiero pod koniec wieków średnich, najprawdopodobniej w drugiej połowie XV w., wynaleziono bardziej skuteczne metody odwadniania. Nie chodzi tu o system długich żerdzi, którymi posługiwano się od dawna w żupach solnych w Salins i które działały na podobieństwo żurawia studziennego. Pierwszymi maszynami, które zastosowano, były chyba podnośniki łańcuchowe wprawiane w ruch za pomocą kieratów, podobne do tych, jakie przedstawia tkanina z Salins, znajdująca się w Luwrze. W przepisach dla Trepcy (1488 r.) wspomina się o używaniu koni do wyciągania wody, zapewne za pośrednictwem jednego z takich podnośników łańcuchowych.

Gdy woda napływała zbyt często i w zbyt dużej ilości, maszyny instalowano na stałe. Możliwe, że w tych wypadkach istniały specjalne szyby służące do odwadniania. Przy nagłym napływie wody problem był bardziej skomplikowany, trzeba było bowiem instalować nie tylko maszynę, ale i wszystkie niezbędne przewody rurowe.

²⁹ Por.: L. De Jaer, *Notes sur l'exploitation de la houille dans l'ancien pays liégeois*. „Annales des Mines”, 1923.

³⁰ Por.: B. Buffet, R. Evrard, *L'eau potable à travers les ages*. Liège 1950.

Oto w głównych zarysach wszystko, co wiemy o średniowiecznej technice górniczej. Jak widać, konieczne są dalsze wysiłki dla sprecyzowania niektórych wciąż jeszcze niejasnych zagadnień. Trzeba przede wszystkim zebrać pisemną dokumentację, a następnie dokonać skrupulatnej i wszechstronnej analizy zachowanych tekstów, zwłaszcza ordynacji górniczych. Badania lingwistyczne rzuciłyby również wiele światła, w szczególności na problem rozpowszechniania metod technicznych. Przeprowadzenie wreszcie prac poszukiwawczych w średniowiecznych kopalniach nadałoby tym badaniom konkretny aspekt, którego — rzecz szczególna — dotychczas im brakuje.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Belgia:

[?] Renier-Malherbe, *De l'exploitation de la houille dans le pays de Liège*. Liège 1863.

[?] Louvreur, *Recueil contenant les édits et règlements faits pour le pays de Liège*. Liège 1873. (Zob. w szczególności: statuty i zarządzenia zwierzchnika zagłębia węglowego, koordynujące reguły zwyczajowe obowiązujące w XIV w.).

E. Polain, *La vie à Liège sous Ernest de Bavière*. „Bulletin de l'Institut Archéologique Liégeois”, R. 41, 1937, ss. 83 i nast.

F. Henaux, *La houilleries du pays de Liège*. Liège [b.r.]

Czechosłowacja:

J. Kořan, *Naše báňská technika za feudalismu*. „Sborník pro Dějiny Přírodních Věd a Techniky”, R. 2, 1955, ss. 5—52.

J. Pošvář, *K dějinám těžby kovů a horní organizace ve Slezsku do 14. století*. „Slezský Sborník”, R. 53, 1955, ss. 76—83.

Francja:

J. Poux, *Notes et documents sur les mines de charbon de Boussague en Bas-Languedoc aux XIII^e et XIV^e siècles*. „Bulletin Historique du Comité des Travaux Historiques”, 1899, ss. 326—353.

Hiszpania:

A. Matilla Tascon, *Historia de las minas de Almaden*. T. 1. Madrid 1958.

Niemcy:

E. Herzog, *Histoire de l'exploitation des mines de houille de Zwickau*. Dresden 1852.

H. von Dechen, *Das älteste deutsche Bergwerkbuch*. „Zeitschrift für Bergrecht”, R. 26, 1885, ss. 219—274.

W. Herrmann, *Der Zeitpunkt der Entdeckung der Freiburger Silbererze*. „Freiberger Forschungshefte”, 1953, nr D 2.

H. Löscher, *Vom Bergregal im sächsischen Erzgebirge*. „Freiberger Forschungshefte”, 1957, nr D 22.

Śląsk:

K. Schwarz, *Neuerscheinungen zur mittelalterlichen Bergbaugeschichte Deutschlands und der angrenzenden Gebiete*. [B. m. w. b. r.]

Problem prekursorów Agricoli:

H. Wilsdorf, *Präludien zu Agricola*. „Freiberger Forschungshefte”, 1954, nr D 5 (pisma Hansa Rudharta, opublikowane w Jachymowie w 1523 r.).

Dzieła treści ogólnej:

E. Schneider, *Le charbon*. Paris 1945.

О СРЕДНЕВЕКОВОЙ ТЕХНИКЕ ГОРНОГО ДЕЛА

Цель публикуемой работы — не столько всестороннее освещение средневековой техники горного дела, сколько предварительный синтез рассматриваемой темы, который позволит сильнее подчеркнуть методологические проблемы.

Автор исходит из того, что рассуждения по этим вопросам нельзя опирать на книгу Агриколы *De re metallica*, которая, по его мнению, неправильно считается главным источником сведений о средневековой технике горного дела. В книге Агриколы, как указывает автор, нашло отражение главным образом развитие механизации горных работ, связанное с изменениями в экономических отношениях в конце XV — начале XVI в. Поэтому надо найти другие исторические источники и подвергнуть их тщательному анализу.

I. Исторические источники

Их сохранилось довольно мало и они не могут дать ответа на значительное число неизвестных в рассматриваемой проблематике. Источники по истории техники горного дела можно разделить на следующие три группы:

1) Горное право. Нам известны почти все способы правового регулирования разработки полезных ископаемых в Германии, Великобритании, Франции, Италии, Венгрии, Швеции, Чехословакии, а также на тех территориях, которые в прошлом находились под властью Турции. Однако материалы по горному законодательству прошлого найдены и исследованы еще далеко не во всех странах.

2) Иконографические материалы. Они относятся только к концу XV — началу XVI в. Имеются основания считать, что эти важные источники изучены, пожалуй, слишком мало.

3) Археологические исследования. Работы в этой области на территории средневековой разработки месторождений полезных ископаемых находятся, собственно, в зародышевом состоянии.

II. Методологические указания

1) Больше всего изучены до сих пор материалы по горному праву. В дальнейших исследованиях надо уделить особое внимание критическому анализу текстов, их датировке и генеалогии, а также лингвистическим связям между ними, которые могут бросить свет на миграцию рабочих. На основании имеющихся данных можно предполагать, что все горные уставы и предписания стран Центральной Европы имеют общий прообраз, возникновение которого, возможно, восходит к римскому горному законодательству.

2) При изучении иконографических материалов необходимо произвести как можно наиболее полную их регистрацию, установить датировку, а также сопоставить все представленные в них элементы, связанные со средневековой эксплуатацией шахт и рудников.

3) В области археологических исследований представляется необходимым развивать поисковые работы на местах. Ввиду того, что эксплуатация средневековых и более ранних шахт и рудников продолжалась также в последующих столетиях, не легко установить точно ни их состояние в эпоху средневековья, ни вид работ, выполненных в тот период. Поэтому следовало бы сделать возможно наиболее комплектный список тех средневековых шахт и рудников, эксплуатация которых прекратилась не позже, чем в начале XVI в.

II. Общий очерк техники горного права. Горизонтальные и вертикальные подземные горные выработки

Исследования исторических источников позволили получить общее представление о главных технических принципах горного дела в эпоху средневековья. Способы разработки месторождений полезных ископаемых существенным образом отличались между собой в зависимости от вида добываемого ископаемого. В этом аспекте горные выработки можно разделить на три группы: соляные копи со специфической техникой добычи; подземные горные выработки — главным образом медные и свинцовые рудники, реже железные рудники, а также каменноугольные шахты; открытые горные разработки, преимущественно железные рудники. Автор рассматривает главным образом горные выработки, относящиеся ко второй группе, которые представляют наибольший интерес с технической точки зрения.

Подземная разработка месторождений полезных ископаемых практиковалась с помощью стволов и штолен, имевших непосредственный выход на земную поверхность.

1) Стволы — обычно вертикальные — имели прямоугольное или круглое сечение размерами 1—3,5 м. Глубина их обычно составляла не больше 200 м. Применялось деревянное крепление, иногда каменное с целью предотвращения обвалов. Стволы были оборудованы лестницами.

2) Штольни имели различные размеры; из них некоторые были очень высокие, но высота транспортных штолен обычно не превышала 2 м. Иногда применялось деревянное крепление. Можно различить следующие типы штолен: эксплуатационные, транспортные, вентиляционные и водоотливные. Проходка штолен и обеспечение им необходимого наклона, что имеет особенно важное значение при закладке водоотливных штолен, требовало решения вопросов нивелировки. Для этих работ использовались такие инструменты, как эскер и ватерпас.

3) Добыча горных пород велась с помощью кирок и кайл. Применялся также огневой способ ломки породы в штольне.

4) Для освещения подземных выработок применялись примитивные масляные светильники. Иногда горнякам приходилось во время работы держать эти светильники в зубах.

5) Транспорт полезного ископаемого и пустой породы производился с помощью корзин. В Италии для этой цели использовались мешки, сделанные из буйволового кожи. Подъем добытого ископаемого осуществлялся канатами и ручными воротами. Впоследствии нашел распространение также конный привод. Вентиляция подземных горных выработок осуществлялась при помощи специальных стволов и штолен.

6) Самой трудной для решения проблемой была техника водоотлива. При наличии благоприятного рельефа местности водоотлив производился с помощью специально для этой цели предназначенных стволов и штолен, имевших непосредственный выход на земную поверхность. Наряду с этим методом, удаление воды из подземных горных выработок осуществлялось при помощи ручного ворота или конного привода либо цепных подъемных приспособлений.

PROBLÈMES DE LA TECHNIQUE MÉDIÉVALE DES MINES

Il s'agit moins d'un tableau d'ensemble de la technique minière médiévale que d'un premier schéma de synthèse qui doit mettre au premier plan les questions de méthodologie. Le point de départ doit être le refus de considérer l'ouvrage d'Agricola *De re metallica* comme représentatif de techniques médiévales. Ce sont les transformations de la fin du XV^e et du début du XVI^e siècle que nous révèle, avant tout, cet ouvrage célèbre. Il convient donc de chercher d'autres sources documentaires et de les étudier sérieusement.

I. Les sources

Elles sont de trois types complémentaires (elles laissent subsister encore un grand nombre d'inconnues):

1) Les règlements miniers. On les connaît maintenant presque tous pour l'Allemagne, l'Angleterre, la France, l'Italie, la Hongrie, la Suède, la Tchécoslovaquie et l'ex-empire turc. Il reste cependant quelques terres vierges.

2) Les images. Elles ne datent guère que de la fin du XV^e et du début du XVI^e siècle. Il est probable que notre connaissance de cette source importante est encore incomplète.

3) Les fouilles d'anciennes exploitations. Ici encore, un travail en profondeur est toujours nécessaire.

II. Esquisse méthodologique

1) Les règlements miniers. C'est dans ce domaine que la recherche a été la plus poussée. Elle doit porter essentiellement sur les questions suivantes: établissement critique des textes; datation et généalogie de ces textes; filiations linguistiques; migrations ouvrières. Il apparaît que les règlements d'Europe centrale sont issus d'un archétype commun. Cet archétype a-t-il des liens avec la législation minière romaine?

2) Les images. Après une recension aussi complète que possible, il faut procéder à des datations exactes et à un relevé exhaustif de tous les éléments qui les composent.

3) Les fouilles. Elles doivent bien sûr être multipliées. Les mines n'ayant été exploitées qu'au Moyen Âge sont très rares, il est donc difficile de dater les éléments de cette période. Il serait utile de faire un relevé des exploitations médiévales et surtout des exploitations abandonnées au début du XVI^e siècle.

III. Les grands traits de la technique minière

De l'étude de ces sources, il est possible de dégager, à très grands traits, les principales techniques utilisées par l'industrie minière médiévale. Les exploitations sont différentes selon la nature des minerais. On peut distinguer en gros: les mines de sel, dont la technique est particulière; les mines en galerie: généralement de cuivre et de plomb, beaucoup plus rarement de fer, les mines de charbon; les minières de surface qui sont le cas le plus fréquent pour le fer. L'auteur insiste surtout sur le deuxième cas, le plus intéressant du point de vue technique.

Mines en galerie sont exploitées soit par des puits, soit par des galeries ouvertes à flanc de pente.

1) Les puits sont le plus souvent verticaux, il ne paraît pas que le 200 mètres de profondeur sont souvent franchis. Le profil transversal est rectangulaire ou rond de dimensions variables (1 à 3,5 m). Les puits sont boisés ou parfois murailles pour éviter les éboulements. La descente se fait par des échelles.

2) Les galeries sont de dimensions diverses; il peut y en avoir de très grandes, mais généralement elles ont 2 m de haut pour les galeries de roulage. Il existe un boisage quand le besoin s'en fait sentir. On a bien soin de distinguer les galeries d'exploitation, les galeries de roulage, les galeries d'aération et les galeries d'évacuation d'eau. Le tracé des galeries, leur pente (pour l'évacuation de l'eau), posaient des problèmes de nivellement qu'il fallut résoudre. On utilisait l'équerre d'arpenteur, le niveau.

3) Le travail d'abatage se fait au pic à roche et à la pioche. On utilise aussi le feu pour désagréger la roche.

4) L'éclairage est tout à fait rudimentaire, les ouvriers travaillent souvent la lampe à l'huile — à la bouche. Aération: elle est pratiquée par des galeries et des puits spéciaux, qui sont exclusivement réservés à cet usage.

5) L'évacuation des minerais et des stériles se fait dans des hottes, ou comme en Italie, dans des sacs en peau de buffle, ou dans des paniers. La remontée se fait avec des cordes et des treuils et même, dans les grandes exploitations tardives, avec des manèges.

6) Le problème de l'eau est le plus difficile à résoudre. Quand la situation de la mine le permet, cette évacuation se fait par des galeries d'écoulement débouchant sur la pente. L'eau peut aussi être évacuée soit par des sceaux avec les treuils ou les manèges, soit par des chaînes sans fin avec des godets.