

Prof. dr inż. WITOLD BUDRYK
Prof. mgr inż. WACŁAW LESIECKI

622.2/7

GÓRNICTWO

TOM I

Zarys Górnictwa

Wydanie drugie przerobione
i uzupełnione



KATOWICE 1959

WYDAWNICTWO GÓRNICZO-HUTNICZE

Opiniodawcy: Mgr inż. Wiktor M. Glowacki

Doc. mgr inż. Tadeusz Kubiczek

Redaktor WGH inż. Michał Przybyła

W książce podano ogólne wiadomości z górnictwa podziemnego i odkrywkowego; książka ma za zadanie wprowadzić czytelnika w całokształt zagadnień związanych z wydobywaniem kopalin użytecznych z wnętrza ziemi. Zaznacza ona z rodzajem złóż występujących w skorupie ziemskiej, ich poszukiwaniem, udostępnianiem i przygotowaniem do eksploatacji, zapoznaje z różnymi systemami wybierania i sposobami urabiania kopalin użytecznych, dalej z ładowaniem i transportowaniem urobku z wyrobisk na powierzchnię ziemi, a w końcu ze sposobami utrzymania i likwidowania wyrobisk górniczych. Nadto książka zwraca uwagę na warunki pracy w wyrobiskach górniczych, a więc na ich przewietrzanie, zwalczanie niebezpieczeństwa pożarów i wybuchów, odwadnianie i należyte oświetlenie. W końcu w krótkich słowach omawia różne urządzenia pomocnicze w podziemiach i na powierzchni kopalni.

Zarys górnictwa jest książką wprowadzającą do wielotomowego dzieła pt. Górnictwo i jest przeznaczona przede wszystkim dla studiującej młodzieży. Stanowiąc jednak zamkniętą całość może służyć równocześnie za encyklopedyczne źródło wiadomości o górnictwie dla wszystkich osób, które mają styczność z górnictwem.

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Obwolutę projektował Wojciech Kubiczek

Redaktor techn.: St. Misztó

Korektor techn.: E. Serwinowa

WGH Katowice, 1959 Wyd. II Nakład 2125 egz. Ark. wyd. 24,8 Ark. druk. 24,0 Format B5
Papier druk. sat. kl. III, 80 g, 700 × 1000/16 KZPap Klucze Oddano do składania 30. 6. 1959
Podpisano do druku 24. 11. 1959 Druk ukończono 7. 12. 1959 Symbol 30460/G Cena zł 46.—

Drukarnia Techniczna — Bytom, ulica Przemysłowa 2 — Zam. 1074 — M-21

SPIS TREŚCI

Przedmowy	7
Wstęp	11
Rozdział I. Kopaliny użyteczne i ich wydobycie w świecie	15
Rozdział II. Górnictwo w Polsce	17
1. Dzieje górnictwa na ziemiach polskich	17
2. Obecny stan przemysłu górniczego w Polsce	20
Rozdział III. Złoża kopalin użytecznych	27
3. Rodzaje złóż kopalin użytecznych	27
4. Złoża przemysłowe	30
Rozdział IV. Poszukiwania złóż	31
5. Poszukiwania geologiczne	31
6. Poszukiwania geofizyczne	32
7. Poszukiwania robotami górniczymi	37
8. Poszukiwania robotami wiertniczymi	38
a. Wiercenia okrętne	39
b. Wiercenia udarowe	40
c. Wiercenia obrotowe	43
d. Usuwanie zwiercin przy wierceniach	46
e. Rurowanie otworów wiertniczych	48
f. Wypadki wiertnicze	48
Rozdział V. Udostępnianie złóż	50
9. Udostępnianie złóż w kopalniach odkrywkowych	50
10. Udostępnianie złóż w kopalniach podziemnych	51
11. Zgłębianie i obudowa szybów	53
a. Szyby w skałach zwięzłych i suchych	54
b. Szyby w skałach zwięzłych o dużym dopływie wody	57
c. Szyby w skałach ciekłych	59
12. Wykonywanie i obudowa wyrobisk przyszybowych	63
a. Podszybia	65
b. Podszybiowe stacje rozrządowe	65
13. Wykonywanie i obudowa przecznic	66
a. Obudowa przecznic	66
b. Drażnienie przecznic	71
c. Ładowanie urobku	75
Rozdział VI. Roboty przygotowujące złoża do eksploatacji	78
14. Roboty przygotowawcze w kopalniach odkrywkowych	78
15. Roboty przygotowawcze w kopalniach podziemnych	84
a. Urabianie materiałami wybuchowymi	86
b. Ładowanie urobku	90
c. Mechanizacja urabiania i ładowania w wyrobiskach przygotowawczych	94
d. Obudowa wyrobisk przygotowawczych	101
Rozdział VII. Eksploatacja odkrywkowa złóż	105
Rozdział VIII. Eksploatacja podziemna złóż	113
16. Wybieranie systemami ścianowymi	113
a. Urabianie młotkami mechanicznymi i materiałami wybuchowymi	114

b. Ładowanie urobku	117
c. Mechanizacja urabiania i ładowania w ścianach	121
d. Obudowa ścian	132
e. Likwidowanie zrobów	138
17. Wybieranie systemami filarowo-ubierkowymi	140
18. Wybieranie systemami filarowo-zabierkowymi	142
19. Wybieranie systemami komorowymi	147
20. Wpływ eksploatacji podziemnej na powierzchnię ziemi	150
Rozdział IX. Eksploatacja ropy naftowej i gazu ziemnego	151
21. Wydobywanie ropy naftowej	151
a. Wydobywanie ropy przez samoczynny wypływ	152
b. Wydobywanie ropy przy użyciu gazu sprężonego	152
c. Pompowanie ropy	154
d. Sposoby zwiększania wydobywania ropy ze złoża	158
e. Gospodarka ropą w kopalni	160
22. Wydobywanie gazu ziemnego	162
Rozdział X. Technika strzelnicza	164
23. Górnicze materiały wybuchowe	164
24. Środki zapalcze	165
25. Nabijanie otworów strzałowych i odpalanie	166
Rozdział XI. Specjalne sposoby urabiania	170
26. Ługowanie kopalin użytecznych	170
27. Urabianie kopalin użytecznych przez ogrzewanie	171
28. Zgazowywanie węgla	172
Rozdział XII. Oświetlenie wyrobisk	173
29. Oświetlenie lampami przenośnymi	173
30. Oświetlenie lampami stałymi	175
Rozdział XIII. Przewietrzanie kopalni	176
31. Atmosfera kopalniana	176
a. Gazy występujące w powietrzu kopalnianym	176
b. Pył węglowy	179
c. Ciśnienie, temperatura i wilgotność powietrza kopalnianego	180
d. Ciepłe warunki pracy	182
e. Prędkość powietrza	182
32. Doprowadzanie powietrza do kopalni	183
33. Rozprowadzenie powietrza w kopalni	186
Rozdział XIV. Pożary podziemne	189
34. Powstawanie pożarów	189
35. Zapobieganie pożarom	189
36. Gaszenie pożarów	190
37. Akcja ratownicza	191
38. Otwieranie otamowanych pól	193
Rozdział XV. Odwadnianie wyrobisk	194
39. Odwadnianie w kopalniach odkrywkowych	194
40. Odwadnianie w kopalniach podziemnych	195
Rozdział XVI. Transport w kopalniach odkrywkowych	198
41. Przewóz po torach szynowych	198
a. Tory szynowe	198
b. Wozy i wagony kopalniane	200
c. Przewóz szynowy po torach poziomych	202
d. Przewóz szynowy po torach pochyłych	203
42. Przewóz po torach linowych	205
a. Wiszące kolejki linowe	205
b. Dźwignice linowe	205
43. Przewóz drogowy	208
a. Drogi samochodowe	209
b. Samochody i ciągniki	209
Rozdział XVII. Transport w kopalniach podziemnych	211
44. Odstawa urobku	211

a. Odstawa urobku własnym ciężarem	211
b. Odstawa przenośnikami wstrząsanymi	212
c. Odstawa przenośnikami zgrzeblowymi	214
d. Odstawa przenośnikami taśmowymi	216
e. Odstawa przenośnikami płytowymi	218
f. Odstawa zgarniarkami	218
45. Przewóz urobku	220
a. Tory szynowe i wozy kopalniane	220
b. Przewóz szynowy po torach poziomych	224
c. Przewóz oponowy po drogach poziomych	226
d. Przewóz szynowy po torach pochyłych	227
e. Dysponowanie przewozem głównym	228
46. Ciąganie urobku szybami	229
a. Naczynia wydobywcze	229
b. Liny wyciągowe	234
c. Wieże szybowe	235
d. Maszyny wyciągowe	236
e. Urządzenia podszybi	239
f. Urządzenia nadszybi	241
Rozdział XVIII. Powierzchnia kopalniana	243
47. Budynek nadszybowy i hala maszyn wyciągowych	243
48. Urządzenia podsadzki płynnej	243
49. Lampownie kopalniane	246
a. Lampownie kopalń niegazowych	246
b. Lampownie kopalń gazowych	246
50. Stacja ratownicza kopalni	248
51. Siłownie kopalniane	249
a. Kotłownia kopalniana	249
b. Elektrownia kopalniana	251
c. Wytwórnia powietrza sprężonego	251
52. Warsztaty kopalniane	252
a. Kuźnie	252
b. Warsztaty mechaniczne	253
c. Warsztaty elektryczne	253
d. Warsztat stolarsko-ciesielski	253
53. Znaczkownia	253
54. Szatnie i łaźnie	255
55. Magazyny kopalniane i place składowe	255
Rozdział XIX. Przeróbka mechaniczna kopalnin użytecznych	257
56. Przeróbka węgla	258
57. Przeróbka soli	263
58. Przeróbka rud	265
Rozdział XX. Wysyłka gotowej produkcji	266
59. Dworce kopalniane	266
60. Składy gotowej produkcji	267
Rozdział XXI. Zwałowanie skał płonnych	268
61. Zwałowanie skał płonnych w kopalniach odkrywkowych	268
62. Zwałowanie skał płonnych w kopalniach podziemnych	271
Zakończenie	273
Skorowidz rzeczowy	275

PRZEDMOWA

do wydania I z 1949 r.

Upaństwowienie w Polsce Ludowej kluczowych gałęzi przemysłu stworzyło dla górnictwa nowe drogi rozwojowe. Stworzenie Ministerstwa Górnictwa i Energetyki, jednolita organizacja poszczególnych kopalń, stworzenie instytutów naukowo-badawczych, rozbudowa sieci szkolnictwa zawodowego — oto dzieła już dokonane. Uprzemysłowienie Polski Ludowej dzięki zgodnemu wysiłkowi robotnika, technika, inżyniera wzrasta z każdym rokiem, pozostawiając daleko w tyle wyniki przedwojenne.

Przed nami leży długofalowa rozbudowa kopalń, a z nią przewiduje się nowe znacznie większe osiągnięcia produkcyjne. Oczywiście będzie ona wymagała zwiększonego wysiłku, gruntownych zmian istniejących systemów eksploatacji, zmechanizowania naszych kopalń oraz uzupełnienia kadr fachowców i specjalistów.

Każdy fachowiec w pracy zawodowej musi posługiwać się pomocami naukowymi, a takimi w pierwszym rzędzie są dobre podręczniki w ojczystym języku. Prawdę tę rozumiano od dawna w ZSRR i literatura górnicza rosyjska przedstawia nieprzebrane bogactwo. U nas książka obejmująca całokształt górnictwa ukazała się ostatnio w roku 1918 i została opracowana przez Hieronima Kondratowicza. Podręcznik ten, niegdyś wzorowy i cenny, dzisiaj jest przestarzały i nie odpowiada współczesnej nauce górnictwa. Siłą rzeczy jesteśmy zmuszeni posługiwać się literaturą zagraniczną, nie zawsze odpowiadającą naszym warunkom występowania i zalegania złóż. Tłumaczenie z języka obcego, nawet najlepiej opanowanego, wymaga ogromnego nakładu pracy i często chybia celu.

Z całym uznaniem należy powitać inicjatywę Instytutu Węglowego w Katowicach stworzenia nowego zbiorowego wydania Górnictwa opracowanego przez wybitnych specjalistów z poszczególnych dziedzin jego. Nie wątpimy, że wydawnictwo to będzie jedną z cegiełek przyspieszenia wykonania planów produkcyjnych, a dla kolegów praktyków ogromną ulgą w ich ciężkiej pracy zawodowej.

Zarys górnictwa stanowi pierwszy tom tego wydawnictwa i ma za zadanie wprowadzenie czytelnika w całokształt zagadnień związanych z górnictwem. Stanowiąc zamkniętą całość Zarys górnictwa powinien służyć równocześnie za wprowadzający podręcznik dla górniczych szkół przemysłowych i niższych, szkół średnich i wyższych, przyjęte zaś w nim nazwy wyrobisk, maszyn i czynności górniczych powinny być uważane za wzorcowe.

Doc. inż. BOLESŁAW KRUPIŃSKI
Przewodniczący Rady Naukowej
Głównego Instytutu Górnictwa

PRZEDMOWA

do wydania II

Pięciotysięczny nakład Zarysu górnictwa wydany w 1949 r. został w ciągu dwóch lat całkowicie wyczerpany. Jest to niewątpliwie duży sukces książki technicznej.

Należy z zadowoleniem powitać decyzję Wydawnictwa Górniczo-Hutniczego w Katowicach wydania drugiego nakładu Zarysu górnictwa. Od wydania bowiem pierwszego nakładu minęło już prawie dziesięć lat, a górnictwo w tym czasie uległo silnemu rozwojowi. Polskie górnictwo, które zdecydowanie wkroczyło na drogę postępu technicznego, może w minionym dziesięcioleciu pochwalić się znacznymi osiągnięciami. Budowa kilkunastu nowych kopalń, rozbudowa kilkudziesięciu istniejących, wysoki stopień zmechanizowania robót górniczych, wyraźna poprawa bezpieczeństwa pracy górnika — oto wyniki postępu technicznego.

Niemalą rolę w rozwoju naszego górnictwa odegrały również książki górnicze wydawane przez Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze w Katowicach. Z zaprojektowanego cyklu książek górnictwo wydrukowało już 19 tomów, ponadto wydano Ilustrowany górniczy słownik encyklopedyczny oraz w toku wydawania jest obecnie Poradnik górnika. Książki te są ogromną pomocą praktykom i teoretykom, dla studiującej zaś młodzieży stanowią bogate źródło wiedzy.

Drugi nakład Zarysu górnictwa został przez autorów poważnie rozszerzony i opracowany na nowo. Zarys górnictwa obejmuje całokształt zagadnień związanych z nowoczesnym górnictwem, stanowi zamkniętą całość. Z tego też względu należy go zalecić jako podręcznik dla szkół górniczych wszelkiego typu i poziomu. Ponadto powinien on być stosowany wszędzie tam, gdzie konieczna jest przynajmniej ogólna znajomość górnictwa.

Prof. dr inż. BOLESŁAW KRUPIŃSKI

Przewodniczący Państwowej Rady Górnictwa

Warszawa, dnia 27. X. 1958 r.

OD AUTORÓW
do wydania II

Postęp techniczny, jaki dokonuje się w całym świecie, nie omija również i górnictwa. Zaniedbany w okresie wojennym polski przemysł górniczy, miał do nadrobienia duże zaległości. Dziś jednak może się on poszczycić wielkimi osiągnięciami tak w zakresie bezpieczeństwa pracy, jak i unowocześnienia kopalń.

Pierwsze wydanie Zarysu górnictwa sprzed dziesięciu lat jest już w dużej części przestarzałe, toteż zaistniała potrzeba nowego opracowania i rozszerzenia książki. Drugie wydanie Zarysu górnictwa staraliśmy się jak najbardziej dostosować do nowoczesnego górnictwa, które w latach 1948—58 bardzo się rozwinęło. Oddając do rąk czytelnika nowe wydanie książki mamy nadzieję, że przyczyni się ona do lepszego zrozumienia ciężkiego trudu górnika, który nieustannie walczy z siłami przyrody, aby wydobyć niezbędne dla codziennego życia kopaliny użyteczne: węgiel, sól, ropę naftową, rudy metali itp.

WITOLD BUDRYK
WACŁAW LESIECKI

Kraków, wrzesień 1958 r.

WSTĘP

Górnictwo w szerszym tego słowa znaczeniu, jak to rozumiano jeszcze przed kilkudziesięciu laty, obejmowało dwie gałęzie techniki: kopalnictwo i hutnictwo. Z biegiem czasu jednak drogi ich rozeszły się i dziś przez górnictwo rozumiemy wyłącznie tylko *kopalnictwo*, czyli wydobywanie z ziemi dóbr mineralnych.

Górnictwo jest jedną z najstarszych dziedzin techniki i datuje się od czasów prehistorycznych. W epoce kamiennej (od 650 000 do 2000 lat przed naszą erą) człowiek zbierał na początku odłamki krzemienia, a następnie wydobywał go sposobem górniczym, by przez odpowiednią obróbkę uzyskać z niego rozmaite narzędzia. Do epoki tej należą między innymi odkryte u nas w 1922 r. kopalnie krzemieni w Krzemionkach Opatowskich, które istniały tam przed 15 000 lat. Wyroby krzemionkowskie rozchodziły się wówczas aż po Niemen, Zbrucz, Łabę i Rugię.

Narzędziami, jakimi posługiwano się wówczas przy wykonywaniu szybków i kilkunastometrowych chodników podziemnych, były tłuki krzemienne czy kamienie wygodne do uchwytu, kilofy z rogu i krzemienia, (rys.), motyki z kości i kliny z rogu. Do oświetlenia służyły łuczywa, wtykane w szczeliny skalne, lub ogniska rozpalone na dole.

W epoce kamiennej znane już były kamieniołomy, kopalnie miedzi (5500 lat przed n. e.), na terenie Polski wydobywano jantary, tj. bursztyn (3000 do 2000 lat przed n. e.) i sól kamienną. Przypuszcza się, że i w okolicach Inowrocławia istniało kopalnictwo soli około 3000 lat przed n. e. W wielu miejscach świata istniały wówczas kopalnie złota i srebra. W niektórych okolicach złoto było tak powszechne, że wyrabiano z niego przedmioty codziennego użytku, a za miedź — ze względu na jej większą twardość — płacono na wagę trzykrotnie tyle złota, cena zaś srebra była taka sama jak i złota.

Nowym etapem rozwoju ludzkości stał się wynalazek wytapiania miedzi z rud, a więc z minerałów niepodobnych do miedzi metalicznej, którą



Narzędzia neolityczne: kilof z rogu, klin z rogu, tłuk kamienny
(fot. eksponatów z Muzeum Górniczego w Sosnowcu)

wydobywano przede wszystkim. W dalszym ciągu przekonano się, że stop miedzi z cyną, czyli tzw. brąz albo spiż, jest znacznie twardszy i łatwiej topliwy od miedzi, toteż zaczęto go używać do różnych wyrobów. Zapoczątkowało to nową epokę brązu (2150 do 1000 lat przed n. e.). Z okresu tego pochodzą piękne sztylety brązowe ze srebrną i złotą inkrustacją,



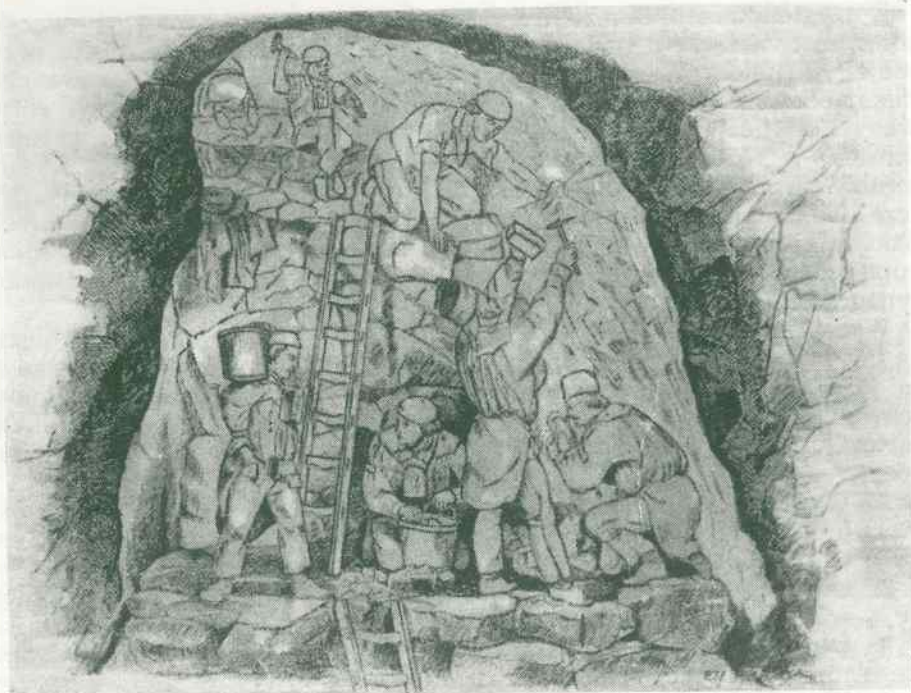
Jazda szybem na pętłach liny wyciągowej (tzw. jazda piekielna) w dawnej kopalni wielickiej

sygnety, bransolety, diademy itp. Z okresu tego datuje się też pierwszy miecz, a więc broń, której dotychczas nie znano, oraz brązowe narzędzia górnicze. W epoce brązu pojawiają się już szyby, których głębokość dochodzi do 100 m, z wykutymi gniazdkami na przeciwległych ścianach. Były to stopnie do schodzenia i wychodzenia z kopalni. W głębszych szybach zaczęła się do opuszczania i podnoszenia ludzi używać lin konopnych (rys.).

W 800 lat później pojawiają się pierwsze drabiny. Do oświetlenia używano wówczas kaganków glinianych lub miedzianych, a do przewietrzania kopalń stosowano niekiedy piece w szybach wentylacyjnych.

Stal znana już była w epoce brązu, jednak dopiero około roku 1000 przed n. e. znalazła ona szerokie zastosowanie, rozpoczynając epokę żelaza. Ze stalą związany jest dalszy wspaniały rozwój górnictwa, gdyż użycie narzędzi stalowych ulepszyło w ogromnym stopniu wszystkie rodzaje robót górniczych.

Górnictwo węglowe jest przypuszczalnie bardzo dawne, jak o tym świadczą liczne badania archeologów.¹⁾ Najstarsze znane dokumenty historyczne wzmiankują o używaniu węgla przez Chińczyków w X w. przed n. e., Greków, Rzymian i Brytów w IV w. przed n. e. Rozwój na skalę przemysłową górnictwa węglowego nastąpił jednak dopiero w końcu XVIII w., po zastosowaniu węgla do przemysłu hutniczego i nowo wynalezionych maszyn parowych, a nieco później do przemysłu chemicznego.



Wybieranie rudy w komorze przy użyciu żelazek i perlików

Tak więc minęły tysiąclecia zanim przekonano się, że praca górnika ma szlachetniejszy cel niż wydobywanie złota, srebra i diamentów. Dziś węgiel kamienny, ruda żelaza i ropa naftowa są główną podstawą górnictwa, a więc surowce, z których ludzkość ma największą korzyść. Należy zauważyć, że wielki przemysł powstaje nie tylko tam, gdzie jest potrzebny, lecz gdzie górnictwo dostarcza mu niezbędnych surowców.

¹⁾ Badania archeologów czechosłowackich stwierdziły, na podstawie wykopalisk w okolicach Ostrawy, że już człowiek z okresu paleozoicznego (około 30 000 lat przed n. e.) korzystał z węgla obecnego Zagłębia Górnosławskiego.

Górnictwo, będąc główną podstawą wielkiego przemysłu, przyczynia się w największym stopniu do dobrobytu kraju. Toteż jednym z głównych zadań górnika powinno być oszczędne gospodarowanie zasobami mineralnymi i niedopuszczanie do ich zniszczenia przez dającą chwilowo większe zyski gospodarkę rabunkową.

W starożytności, jeszcze za czasów Greków i Rzymian, zwycięzcy i za-możni uważali tylko siebie za ludzi wolnych, a za swój wyłączny przy-wilej posiadanie płodów wydobywanych z wnętrza ziemi, wydobywanie ich natomiast pozostawiali niewolnikom, jeńcom wojennym lub skazanym za karę do kopalń. Robotnicy całymi miesiącami nie widzieli światła dziennego, pracowali w okropnych warunkach, bez wypoczynku dzień i noc, wszyscy zakuci, ginąc często wskutek zawałów lub uduszenia ga-zami i dymem. W tym czasie Pliniusz, opisując pracę w kopalniach złota nadmienia, że bezpieczniej jest wydobywać perły i korale z dna morza aniżeli złoto z ziemi. W Polsce jeszcze w XII w. zsyłano skazańców na karę do kopalni.

Z biegiem czasu dla zainteresowania górnictwem szerszych warstw społeczeństwa zaczęto nadawać trudniącym się górnictwem różne przy-wileje. Kazimierz Wielki w 1368 r. kazał spisać zwyczaje i prawa obo-wiązujące w kopalniach soli w Wieliczce i Bochni i ustanowił statut zwany Ordynacją Górniczą. W 1505 r. wydane zostały Prawa górnicze olkuskie, w 1528 r. zaś przez Jana, księcia opolskiego Ordunek Gorny. Górnicy tworzyli oddzielne zrzeszenia, powstawały miasta i osady gór-nicze obdarzone większymi prawami. Przyczyniło się to do podniesienia poziomu górnictwa i przyniosło krajowi duże korzyści, zawód zaś górnika z upośledzonego stał się uprzywilejowanym i lepiej od innych zawodów wynagradzanym.

W ostatnich czasach w znacznej ilości krajów górniczych, a między innymi i w Polsce, przemysł górniczy został upaństwowiony, pracownicy zaś jego otoczeni opieką państwa. W Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej Uchwałą Rady Ministrów z dnia 30 listopada 1949 r. nadano górnikom Kartę Górnika, która przewiduje specjalne przywileje. Są one następu-jące:

1. Wypłacanie specjalnego wynagrodzenia kwartalnego w wysokości 5 do 20% kwartalnego zarobku podstawowego, w zależności od ro-dzaju i ilości lat nieprzerwanej pracy w górnictwie.
2. Odznaczanie odpowiednimi orderami państwowymi po przepraco-waniu odpowiedniej ilości lat.
3. Otrzymanie umundurowań służbowych i uroczystych z odpowied-nim stopniem górniczym.
4. Wprowadzenie uprzywilejowanych zasad rent i emerytury.

Rozdział I

KOPALINY UŻYTECZNE I ICH WYDOBYCIE W ŚWIECIE

Celem górnictwa jest wydobywanie z ziemi dóbr mineralnych, które w takiej lub innej postaci są użyteczne dla ludzkości. Dobra te noszą nazwę użytecznych ciał kopalnych, czyli kopalin użytecznych.

Większość kopalin użytecznych znajduje się w stanie stałym, jak np. węgle kopalne w różnych ich odmianach (antracyt, węgiel kamienny, węgiel brunatny, torf), rudy i kruszce różnych metali, sole, minerały chemiczne lub budowlane itd. Niektóre ciała kopalne występują w postaci ciekłej, jak np. ropa naftowa, solanki, wody mineralne, a nawet w stanie gazowym, jak np. gaz ziemny używany na opał i oświetlenie, dwutlenek węgla i inne.

Tablica 1

Światowe wydobywanie najważniejszych kopalin użytecznych rocznie w mln T

Kopalina użyteczna	Lata							
	1860	1900	1913	1920	1930	1937	1949	1956
Węgiel kamienny	140,0	706,0	1216,0	1166,0	1207,0	1265,0	1318,0	1685,0
Węgiel brunatny		68,0	128,8	138,0	197,5	252,2	355,0	580,0
Ropa naftowa	0,1	19,9	49,0	96,9	192,0	279,0	463,0	840,8
Gaz ziemny, mld m ³						142	243	
Rudy żelaza				128,0	128,3	135,3	159,8	280,0
Rudy miedzi			1,0 ¹⁾	1,2	1,6	2,2 ²⁾	2,1 ²⁾	2,7 ²⁾
Rudy aluminium		0,2	0,3	1,1	1,7	4,0		25,0
Rudy cynku				1,1	1,5	1,8 ²⁾	1,9 ²⁾	2,6 ²⁾
Rudy ołowiu				1,2	1,5	1,6 ²⁾	1,4 ²⁾	1,9 ²⁾
Rudy manganu			1,3	1,5	2,7	5,5	6,2	
Sól kamienna				20,5	25,9	36,0	40,0	
Sól potasowa			0,2	1,5	2,3	2,8	3,5	6,5
Siarka			0,9	2,2	2,9	2,7	5,0	7,8
Fosforyty			0,5	0,4	2,2	7,2	14,8	15,2

1) Bez ZSRR.

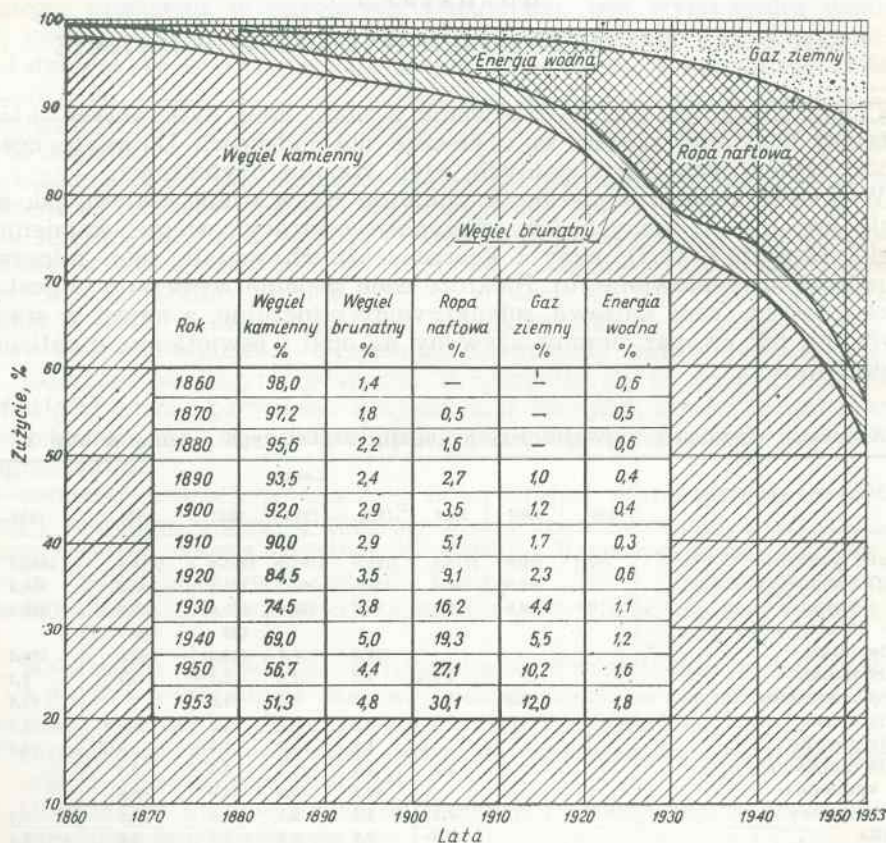
2) Bez Chin i ZSRR.

W przeciwieństwie do użytecznych ciał kopalnych, skały, które nie przedstawiają dla nas wartości, a pośród których lub łącznie z którymi występują w przyrodzie ciała kopalne, nazywa się *skalami płonnymi*.

Pojęcia użytecznych ciał kopalnych i skał płonnych nie mogą być ściśle rozgraniczone, gdyż jedna i ta sama skała może być w jednym przypadku kopaliną użyteczną, w innym znowu skałą płonną. Na przykład wapień, który przy wydobywaniu węgla kamiennego lub rud uważany jest za skałę płonną, staje się kopaliną użyteczną, jeżeli wydobywa się go jako materiał budowlany.

Rozwój wydobycia użytecznych ciał kopalnych jest w ostatnich czasach olbrzymi, czego dowodzi fakt, że jeżeli na początku bieżącego stulecia światowe wydobycie kopalin użytecznych wynosiło 600 do 700 mln T rocznie, to w ostatnich latach przekroczyło ono 3 mld T rocznie, nie licząc materiałów budowlanych. W górnictwie całego świata zatrudnionych jest około 5 mln ludzi.

Dla zorientowania się, które z kopalin użytecznych odgrywają główną rolę w przemyśle górniczym, w tablicy 1 przytoczono kilka liczb dotyczących światowego wydobycia rocznego. Z zestawionych liczb wyraźnie



Rys. 1. Procentowe roczne wykorzystanie energii z różnych źródeł

wynika, że wydobycie kopalin użytecznych stale wzrasta. Najwięcej jednak wzrasta wydobycie użytecznych kopalin energetycznych. Zestawienie procentowego rocznego zużycia różnych kopalin energetycznych w świecie w okresie 1860 do 1953 r. podano na rys. 1. Z wykresu łatwo zauważyć, że z biegiem lat procentowy udział węgla kamiennego w ogólnym zużyciu użytecznych kopalin energetycznych stale maleje, wzrasta natomiast szybko udział ropy naftowej i gazu ziemnego. Energia atomowa, jak dotychczas, nie odgrywa większej roli. Według przypuszczeń w 1965 r. zastąpi ona zaledwie 5 do 6 mln, a w 1975 r. prawdopodobnie 40 mln T węgla.

Rozdział II

GÓRNICTWO W POLSCE

W pierwszych wiekach naszej ery Słowianie zamieszkujący Europę od granic Azji do Bałtyku, Łaby i morza Adriatyckiego przodowali nad innymi narodami w znajomości sztuki górniczej. Górnictwo słowiańskie zaczęło jednak upadać począwszy od IX wieku, kiedy to Karol Wielki rozpoczął niszczącą walkę z plemionami słowiańskimi, Niemcy zaś po zagarnięciu obszarów między Łabą i Odrą przejęli sztukę górniczą od Słowian i z biegiem czasu zajęli w tej dziedzinie jedno z przodujących miejsc w świecie.

1. Dzieje górnictwa na ziemiach polskich

Pierwsze wzmianki historyczne o górnictwie polskim odnoszą się do *kopalń soli* w Wieliczce. Wieliczka bowiem pojawiła się na widowni wraz z państwem polskim i nosiła nazwę Magnum Sal (Wieliczka Sól). Początkowo prażono sól z solanek czerpanych ze studni. Kiedy rozpoczęto wydobywać sól sposobami górniczymi, nie wiadomo, lecz, jak wynika z najstarszych dokumentów historycznych, już za czasów Bolesława Chrobrego (992 do 1015 r.) w Wieliczce kopano sól. Podczas najazdu mongolskiego w 1241 r. kopalnie uległy zagładzie. W 1242 r. książę Bolesław Wstydliwy wraz z Kingą przywieźli z Moraw i Węgier górników, którym kazali szukać soli. Sól znaleziono i około 1252 r. zgłębiono istniejący do dziś szyb Regis (stąd powstała znana legenda o znalezieniu soli przez św. Kingę).

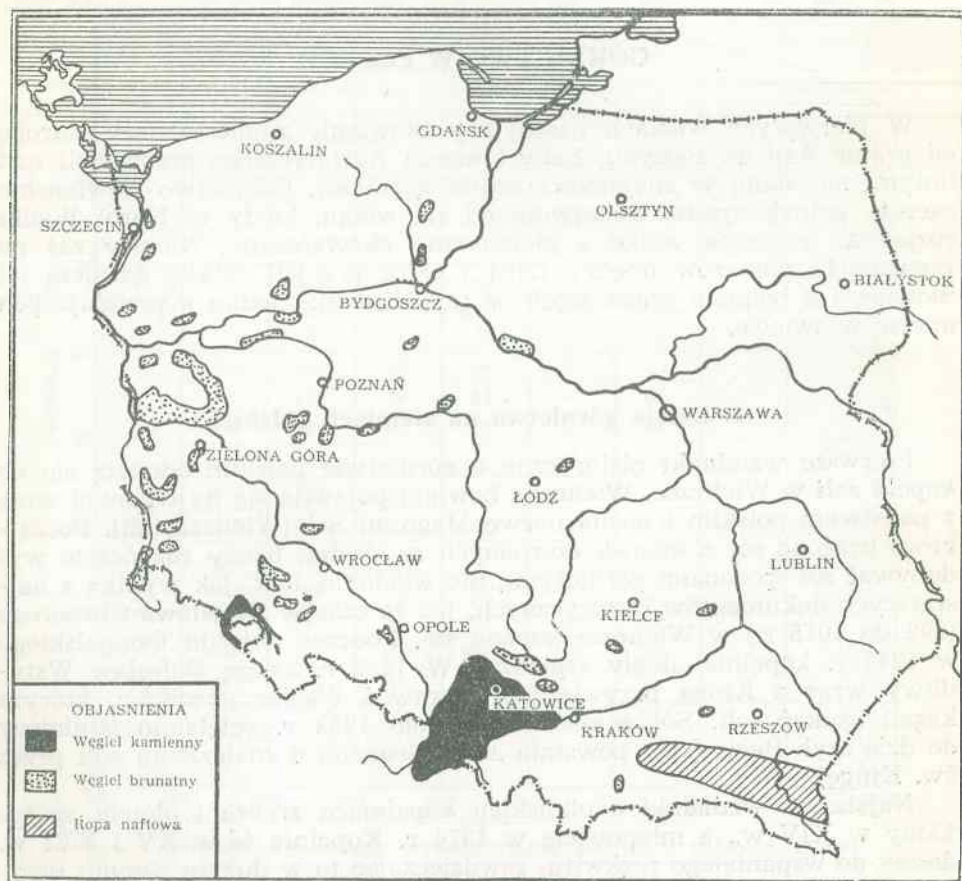
Najstarsze wzmianki o olkuskich *kopalniach srebra i ołowiu* spotykamy w XIV w., a mianowicie w 1374 r. Kopalnie te w XV i XVI w. doszły do wspaniałego rozkwitu, zawdzięczając to w dużym stopniu przywilejom nadanym górnikom w celu zachęcenia ich do osiedlenia się na terenach górniczych, do prowadzenia poszukiwań, wydobywania i topienia kruszców.

W tym czasie mieliśmy również *kopalnie miedzi* pod Kielcami i Chęcinami, a górnicy polscy byli chętnie widziani za granicą, zwłaszcza we Francji, gdzie sztuka górnicza była wówczas na znacznie niższym poziomie aniżeli u nas.¹⁾ W XVI w. rozpoczęto również eksploatację krusz-

¹⁾ Francuski podróżnik Le Laboureur, po zwiedzeniu w XVII w. kopalń polskich, pisze: „Zupy solne Wieliczki niemniej są znakomite, jak piramidy egipskie, lecz użyteczniejsze. Są one chwalebna pamiątką pracowitości Polaków, gdy tamte świadectwem tyranii i próżności Egipcjan“.

ców ołowiu na Górnym Śląsku oraz złóż siarki w Swoszowicach pod Krakowem.

W połowie XVII w., a mianowicie w ostatnich latach panowania Jana Kazimierza, kopalnie miedzi zostały unieruchomione, górnictwo zaś olkuskie zaczęło chylić się ku upadkowi, częściowo wskutek wyczerpania się złóż, częściowo wskutek trudności technicznych. W czasach późniejszych kilkakrotnie powracano do eksploatacji miedzi, jednak nie miała ona już większego znaczenia przemysłowego. Po unieruchomieniu kopalni miedzi rozpoczęto pod Chęciami wydobywanie marmurów.

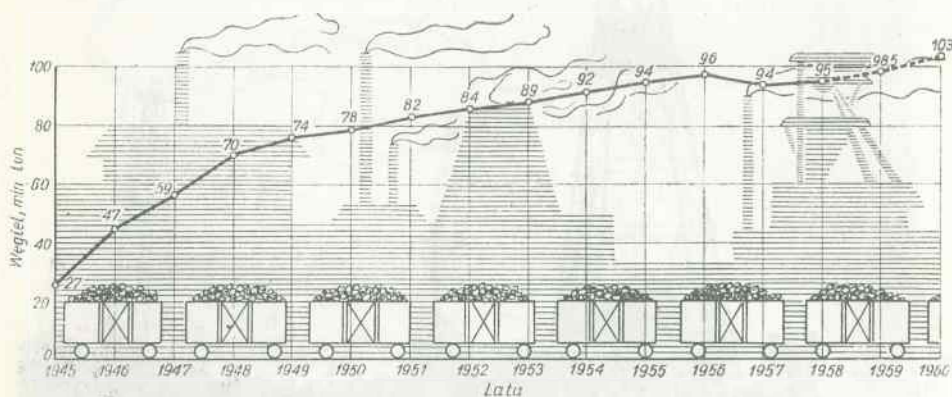


Rys. 2. Złóża surowców energetycznych w Polsce

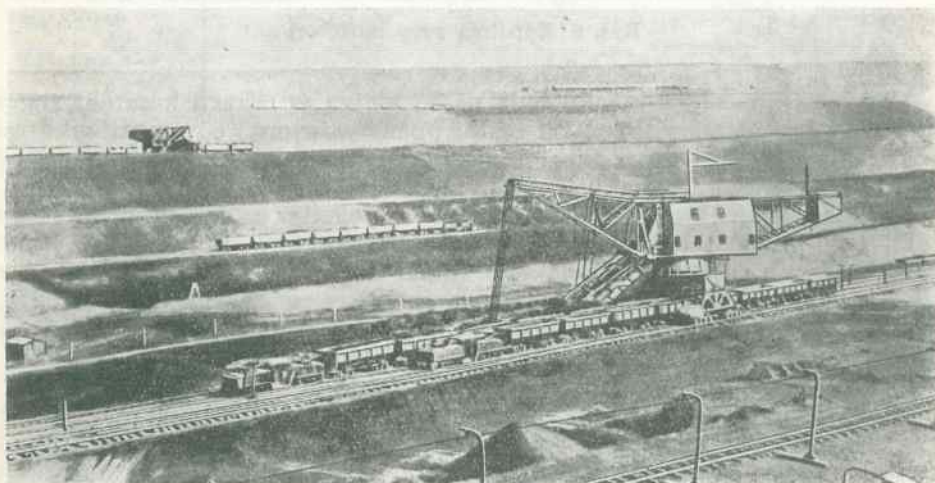
Najstarsze wzmianki o *górnictwie węglowym* na Dolnym Śląsku spotyka się już w 1366 r. za czasów Bolka II księcia świdnickiego. Na skalę jednak przemysłową rozpoczęto eksploatację węgla kamiennego dopiero w drugiej połowie XVIII w., a mianowicie na Dolnym Śląsku w 1743 r., na Górnym Śląsku — w 1748 r., kiedy powstały pierwsze kopalnie w okolicach Rudy i Murcek. Przemysł ten, dzięki ogromnemu bogactwu naszych pokładów węgla, rozwijał się nadzwyczaj pomyślnie i w ostatnich czasach osiągnął takie wyniki, że podniósł nasz kraj do rzędu czołowych producentów węgla w świecie.



Rys. 3. Nowoczesna kopalnia węgla kamiennego



Rys. 4. Wzrost produkcji węgla w Polsce



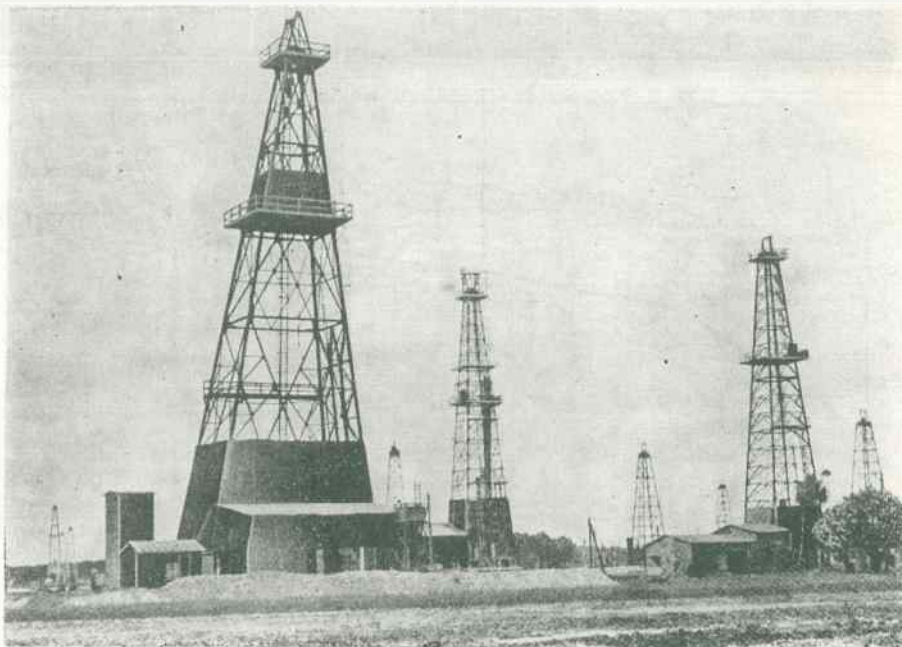
Rys. 5. Fragment odkrywkowej kopalni węgla brunatnego

2. Obecny stan przemysłu górniczego w Polsce

Polska jest krajem o szeroko rozwiniętym przemyśle górnictwem, gdyż górnictwo stanowi około 15% potencjału przemysłowego państwa. W obecnej chwili czynnych jest 180 kopalń podziemnych i 620 kopalń odkrywkowych, nie licząc mniejszych przedsiębiorstw górniczych lokalnych.

Ogólne wydobycie kopalin użytecznych przekroczyło 150 mln. T bez uwzględnienia surowców materiałów budowlanych.

Zatrudnienie w przedsiębiorstwach górniczych przekracza obecnie pół miliona ludzi.



Rys. 6. Kopalnia ropy naftowej

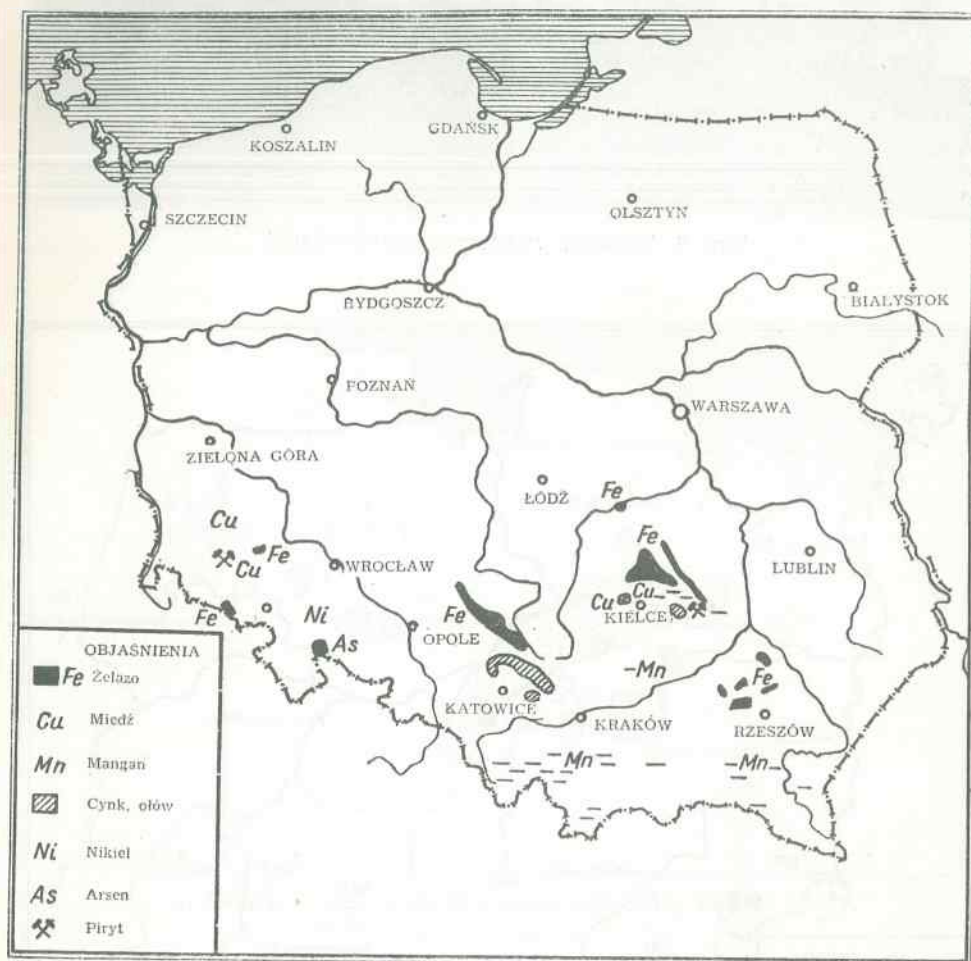
Większość naszych kopalń była przed wojną w rękach kapitału zagranicznego. Obecnie cały przemysł został upaństwowiony, co umożliwiło prowadzenie planowej gospodarki i przyczyniło się do olbrzymiego, niebywałego dotychczas rozwoju wszystkich gałęzi górnictwa polskiego.

Węgiel kamienny zajmuje w górnictwie polskim czołowe miejsce, a zasoby jego co do wielkości są na trzecim miejscu w Europie (po Anglii i Niemczech) i wynoszą ponad 60 mlrd T, licząc tylko do głębokości 1000 m. Złoża jego (rys. 2) występują w Polsce w dwóch zagłębiach węglowych: Górnośląskim i Dolnośląskim, na których terenie znajduje się 85 czynnych kopalń, należących do największych w świecie. Na rys. 3 pokazano jedną z nowoczesnych kopalń węgla.

Pod względem produkcji węgla kamiennego Polska zajmuje piąte miejsce w świecie po Stanach Zjednoczonych, Związku Radzieckim, Wielkiej Brytanii i Niemczech. Jeżeli jednak uwzględni się liczbę mieszkańców i przeliczy wydobycie na głowę ludności, to przekonamy się, że w produkcji węgla Polska zajmuje drugie miejsce w świecie (3,5 T/1 mieszkańca), po Wielkiej Brytanii (4,4 T/1 mieszkańca), a przed Belgią

(3,2 T/1 mieszkańca), Stanami Zjednoczonymi AP (2,7 T/1 mieszkańca) i Niemiecką Republiką Federalną (2,7 T/1 mieszkańca). Liczba zatrudnionych robotników w polskich kopalniach węgla przekracza 350 000. Wzrost produkcji węgla w ostatnim dziesięcioleciu ilustruje rys. 4.

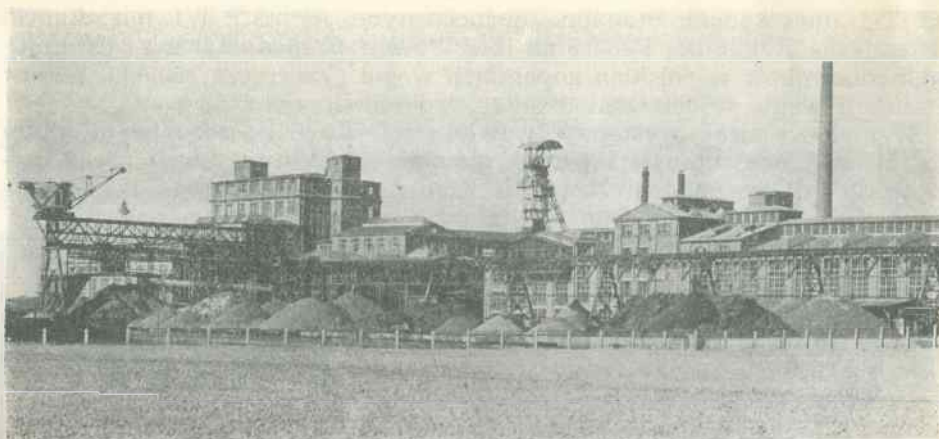
Węgiel brunatny występuje w wielu miejscach naszego kraju (patrz rys. 2), eksploatowany jest jednak głównie na Dolnym Śląsku oraz częściowo w woj. poznańskim (kopalnia Konin). Węgiel brunatny eksploatuje



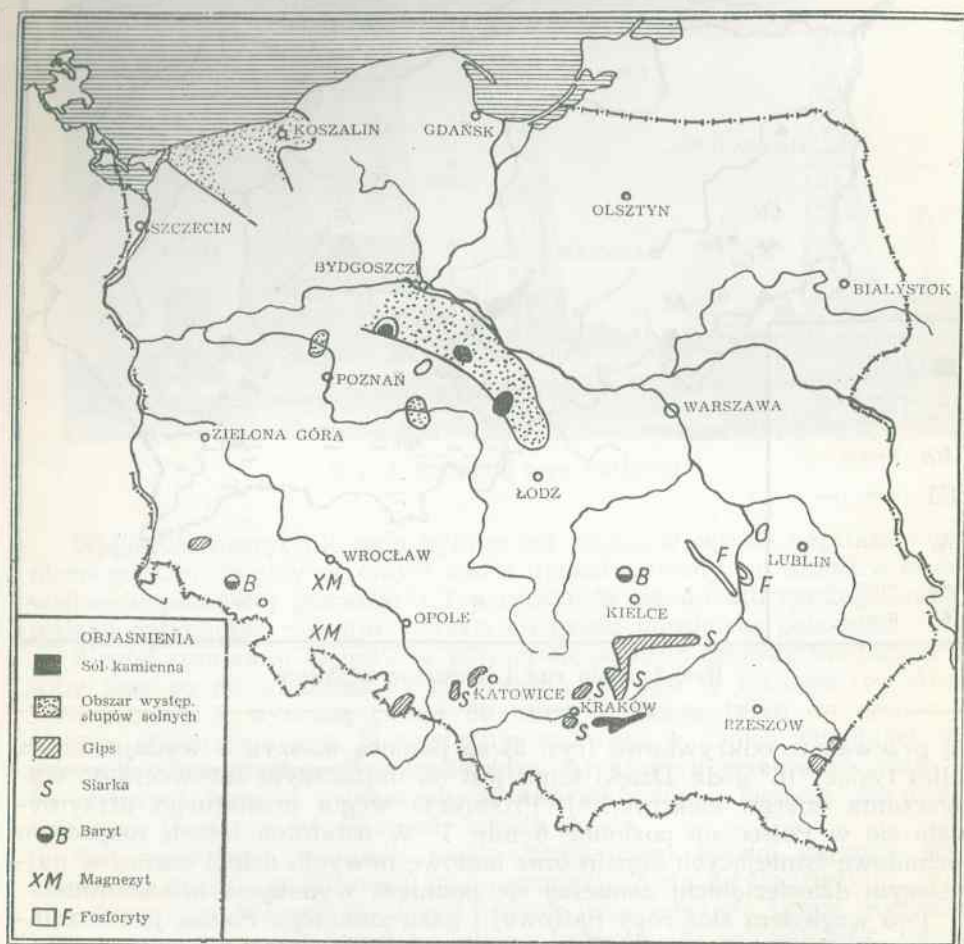
Rys. 7. Złóża rud i kruszców w Polsce

się przeważnie odkrywkowo (rys. 5) za pomocą maszyn o wydajnościach kilku tysięcy m³/godz. Dzięki temu jest on najtańszym surowcem do wytwarzania energii elektrycznej. Produkcja węgla brunatnego utrzymywała się w Polsce na poziomie 6 mln T. W ostatnich latach rozpoczęto rozbudowę istniejących kopalń oraz budowę nowych, dzięki czemu w najbliższym dziesięcioleciu zamierza się podnieść wydobycie kilkakrotnie.

Pod względem złóż ropy naftowej i gazu ziemnego Polska jest stosunkowo ubogą (patrz rys. 2). Prowadzone są intensywne wiercenia poszukiwawcze, przy czym w końcu 1957 r. natrafiono w okolicy Lubaczowa



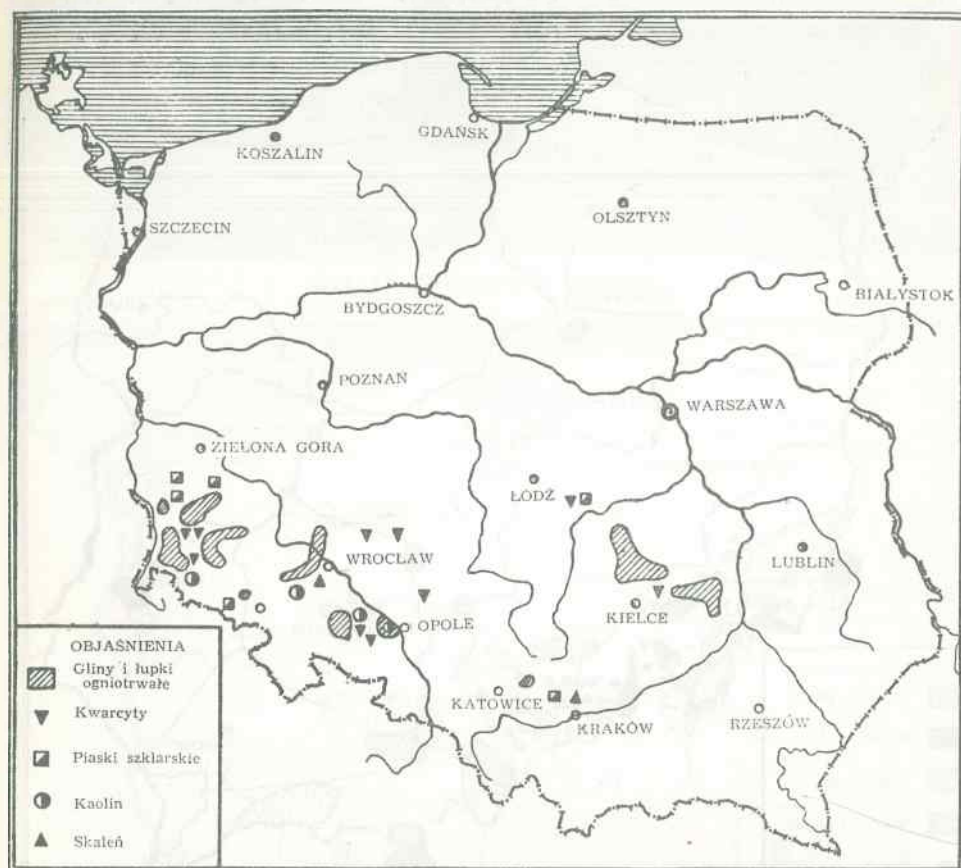
Rys. 8. Kopalnia rudy cynkowo-ołowianej



Rys. 9. Złoże soli mineralnych w Polsce

na obfite zasoby gazu ziemnego. Widok typowej kopalni ropy naftowej pokazano na rys. 6.

Rudy żelaza występują i są eksploatowane na obszarze częstochowskim i kielecko-radomskim (rys. 7). Zasoby polskich rud żelaza, w przeciwieństwie do zasobów węgla kamiennego, są stosunkowo nieduże (około 200 mln. T), prócz tego rudy polskie należą do kategorii ubogich, o wartości żelaza trzydziestu kilku procent, gdy tymczasem ruda szwedzka



Rys. 10. Złoża surowców ceramicznych w Polsce

i południowo-rosyjska zawierają do $66 \div 69\%$ żelaza. Ze względu na płytkie zaleganie naszych rud żelaza eksploatuje się je za pomocą małych kopalń.

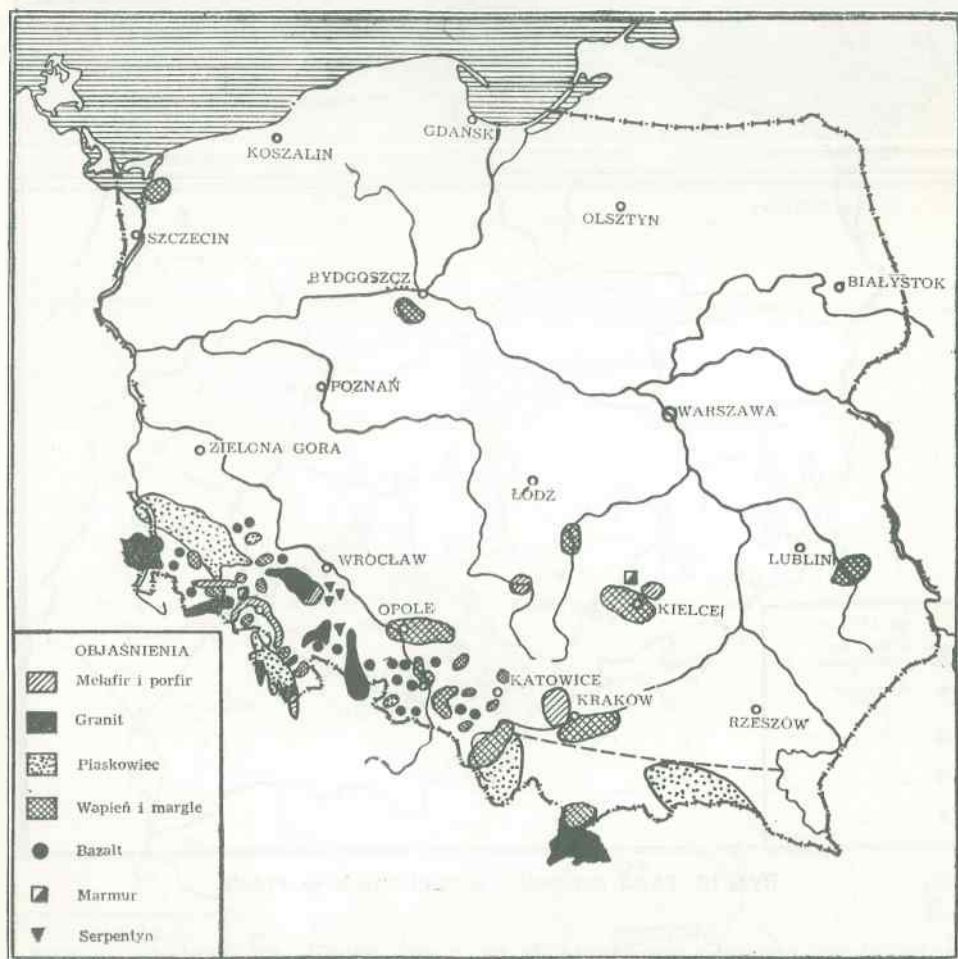
Rudy cynkowo-ołowiane eksploatuje się na obszarze Górnego Śląska oraz Olkusa (rys. 7). Większość produkcji dostarczają kopalnie (rys. 8) należące do najpiękniejszych tego rodzaju w Europie. Polska jest jednym z ważniejszych producentów cynku w świecie.

W ostatnim czasie przystąpiono do uruchomienia na Dolnym Śląsku kilku dużych kopalń rud miedzi oraz niewielkich kopalń manganu, niklu i arsenu (rys. 7).

Złoża soli mineralnych (rys. 9) występują i są eksploatowane w okolicach Krakowa (Wieliczka, Bochnia) oraz na Kujawach (Inowrocław,

Kłodawa, Wapno) Są to bardzo bogate złoża soli kamiennej. Pod względem produkcji soli kamiennej Polska zajmuje siódme miejsce w Europie po ZSRR, Anglii, Niemczech, Francji, Włoszech i Hiszpanii. Sole potasowe stwierdzono w nowo uruchomionej kopalni Kłodawa. Wydobycie soli kamiennej w Polsce wynosi ponad 1 mln T rocznie. Złoża soli eksploatuje się dużymi i pięknie wyposażonymi kopalniami.

Obok złóż soli eksploatuje się niewielkimi kopalniami podziemnymi lub odkrywkowymi złoża (rys. 9) gipsu, barytu, magnezytu i fosforytu.



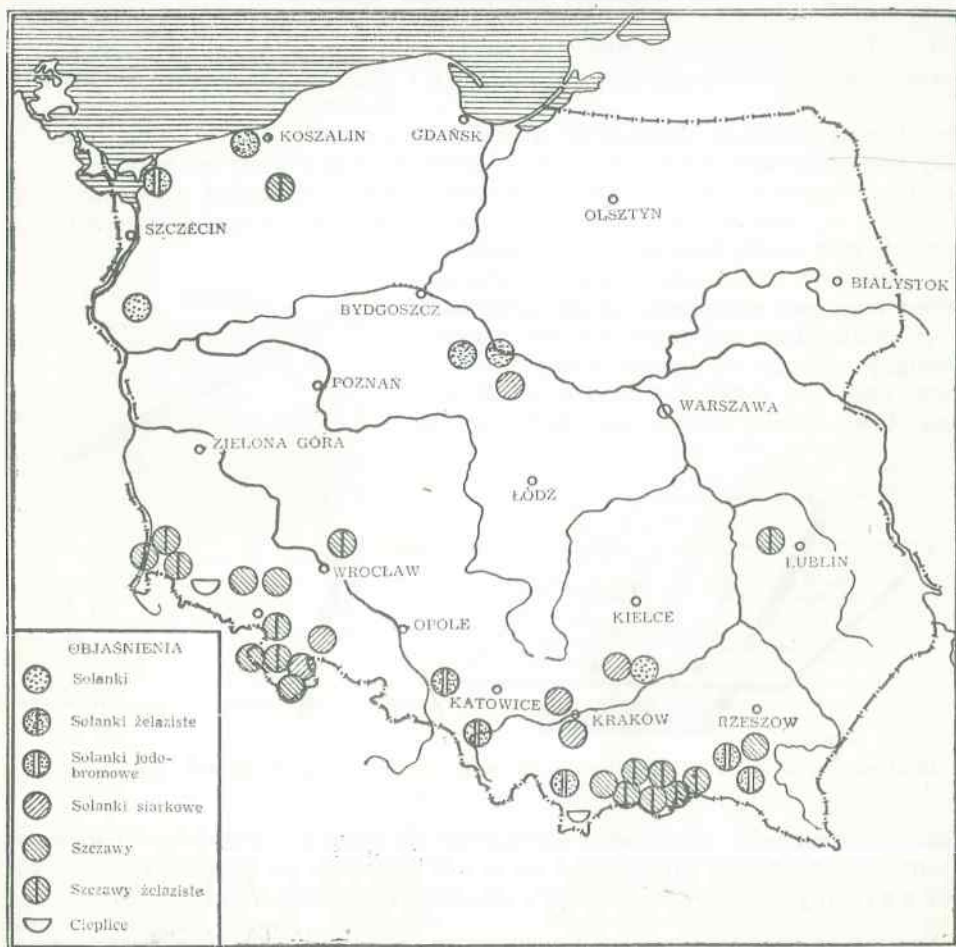
Rys. 11. Złoża materiałów kamiennych w Polsce

W ostatnich latach odkryto w okolicach Tarnobrzegu, gdzie rozbudowuje się obecnie górnictwo siarkowe, jedno z najbogatszych w świecie złóż siarki.

Złoża surowców ceramicznych (rys. 10) są zgrupowane na Dolnym Śląsku, w okolicach Kielc oraz okolicach Krakowa. W dużej obfitości występują tu gliny i łupki ogniotrwałe oraz kwarcyty. Niewielkie są natomiast złoża piasków szklarskich i skaleni. Złoża kaolinów są ubogie i bardzo zanieczyszczone domieszkami.



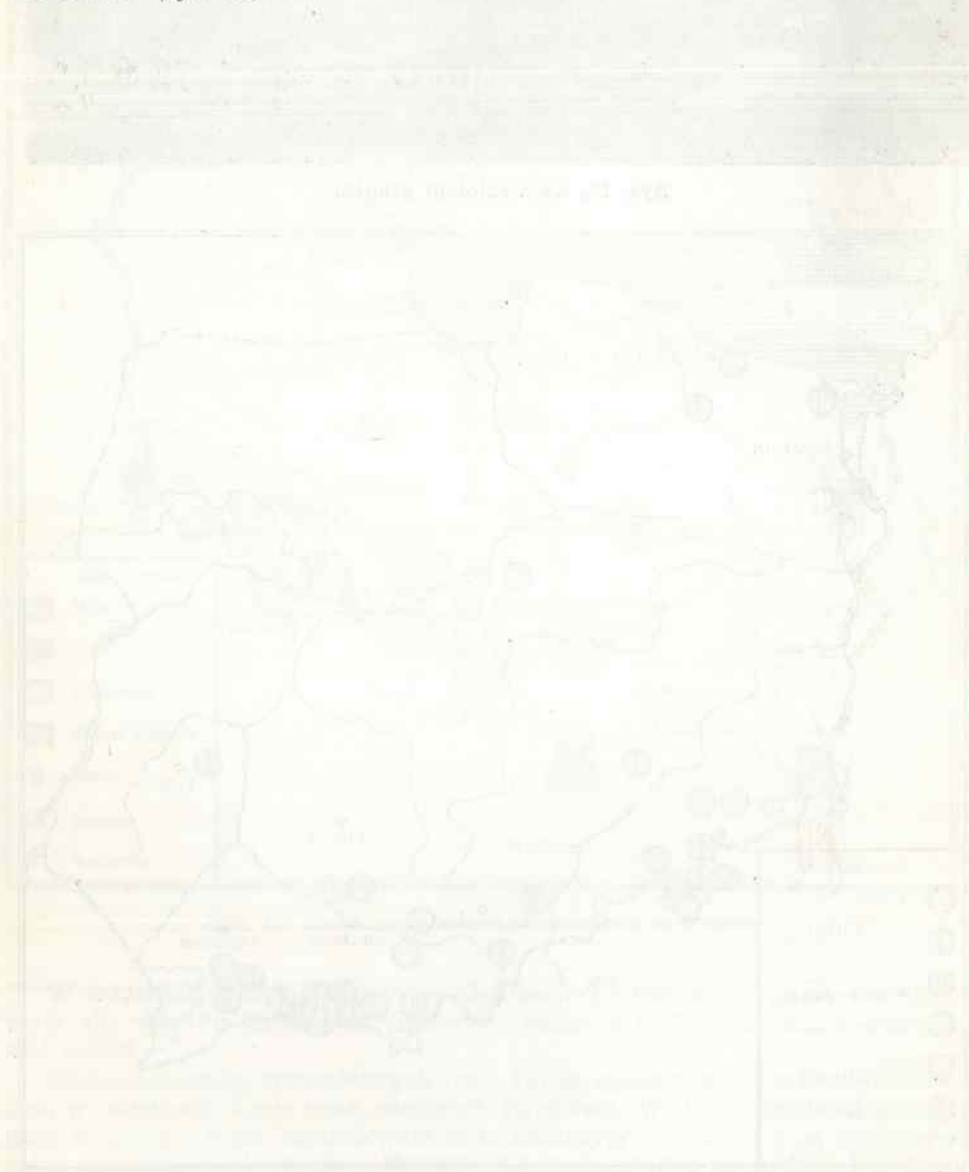
Rys. 12. Kamieniołom granitu



Rys. 13. Źródła mineralne i lecznicze w Polsce

Złoża materiałów kamiennych (rys. 11) są zgrupowane na Dolnym Śląsku, gdzie występują granity, bazalty, melafiry, piaskowce, dolomity, marmury i serpentyny. Są one eksploatowane przez liczne kamieniołomy (rys. 12). Duża ilość złóż występuje w okolicy Kielc, ciągnąc się aż do Annopola. Przeważają tu jednak piaskowce kwarcytowe, kwarcyty oraz wapienie. W końcu duże złoża materiałów kamiennych zalegają na południe od Krakowa i obejmują zasadniczo cały pas Podkarpacia. Poza kilkoma niewielkimi złożami granitów występują tu głównie piaskowce ilaste oraz wapienie i dolomity.

Nadto ziemie polskie są bogato wyposażone w liczne źródła mineralne i lecznicze (rys. 13).



Rozdział III

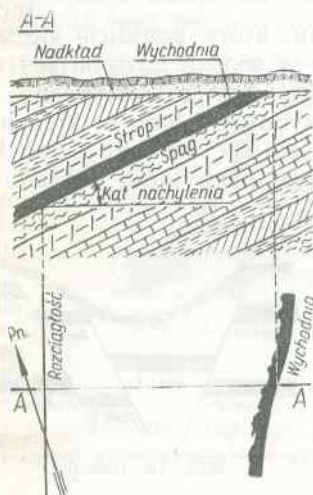
ZŁOŻA KOPALIN UŻYTECZNYCH

Część skorupy ziemskiej, w której skupiony jest minerał użyteczny, nazywa się złożem kopaliny użytecznej.

3. Rodzaje złóż kopalin użytecznych

Zależnie od kształtu złoża dzieli się na *foremne* i *nieforemne*. Do złóż foremnych zalicza się pokłady i żyły, do nieforemnych — masywy, składy, gniazda i złoża okrucowe.

Pokładem (rys. 14) nazywa się złożę zajmujące znaczną przestrzeń i ograniczone od góry i dołu dwoma mniej lub więcej równoległymi powierzchniami, które stanowią miejsce zetknięcia się danego pokładu z dwoma sąsiednimi pokładami utworzonymi z innych skał.



Rys. 14. Pokład węgla

Skalę leżącą bezpośrednio pod danym pokładem nazywa się *skalą spagową* lub *podłożem*, skalę zalegającą nad pokładem nazywa się *stropową* lub *nadkładem*.¹⁾

Prostopadłą odległość między spagiem i stropem pokładu nazywa się jego *grubością*. Kąt, pod jakim pokład jest na-



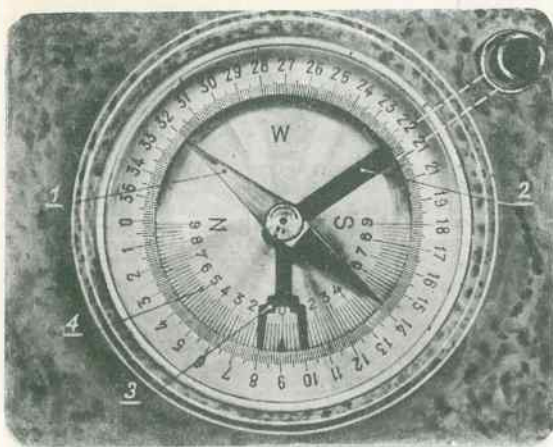
Rys. 15. Rozciągłość i nachylenie pokładu

chylony do poziomu, nazywa się *nachyleniem pokładu*. Kierunek zapadania pokładu nazywa się *upadem*, kierunek wznoszenia natomiast — *wznosem*. Linie przecięcia się spagu pokładu z płaszczyzną poziomą nazywa się

¹⁾ W praktyce często identyfikuje się pojęcie stropu i spagu (powierzchnia) z pojęciami: skały stropowe i skały spagowe (objętość).

rozciągłości pokładu (rys. 15) lub szerzeniem. Kierunki rozciągłości i nachylenia pokładu są do siebie prostopadłe.

Kierunek rozciągłości pokładu mierzy się za pomocą *kompasu geologicznego* (rys. 16). Przyrząd ten składa się z igły magnetycznej umieszczonej na prostokątnej płytce. Linia północno-południowa kompasu jest



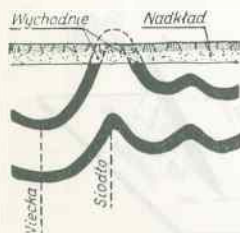
Rys. 16. Kompas geologiczny

1 — igła magnetyczna, 2 — dźwignia zwalniająca igłę,
3 — pion, 4 — podziałka nachylenia

równoległa do dłuższego boku płytki lub pudełka. Przykładając ten bok do poziomej linii rozciągłości pokładu, można odczytać na kole z podziałką, o jaki kąt biegun północny igły magnetycznej odchyła się od linii północno-południowej kompasu. Kąt ten odpowiada kątowi, jaki tworzy kierunek rozciągłości z południkiem magnetycznym, i nosi nazwę *azymutu rozciągłości*. Kąt ten mierzy się w *stopniach*, a w tym celu koło kompasu podzielone jest na 360 części; w czasach dawniejszych koło to było dzielone na 24 godziny, każda zaś godzina na 15 stopni. Stąd kierunki w kopalniach

wyznaczone za pomocą kompasu nazywane są w gwarze górniczej *godzinami*.

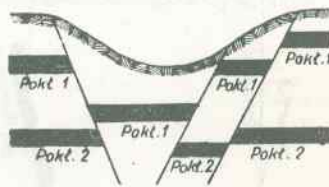
Kąt nachylenia mierzy się za pomocą *pionu*, który znajduje się wewnątrz kompasu. Pomiar ten przeprowadza się w sposób następujący: po unieruchomieniu igły magnetycznej za pomocą dźwigni przykładają się jedną krawędzią kompasu prostopadle do płaszczyzny pokładu w kierunku jego nachylenia, po czym na odpowiedniej podziałce odczytuje się kąt odchylenia pionu, który jest równocześnie kątem nachylenia pokładu.



Rys. 17. Pofałdowanie pokładu



Rys. 18. Wyklinienie pokładu



Rys. 19. Uskoki

Przecięcie się pokładu z powierzchnią ziemi lub powierzchnią formacji geologicznej, w której występuje pokład, nazywa się *wychodnią pokładu* lub *wychodem* (rys. 14 i 17).

Regularność pokładów jest bardzo często zakłócona przez ich *sfałdowanie* (rys. 17), *wyklinienie* (rys. 18) i *uskoki* (rys. 19). W przypadku pofałdowania pokładu tworzą się tzw. *siodła*, czyli *antykliny*, i *niecki*, czyli *synkliny* (rys. 17).

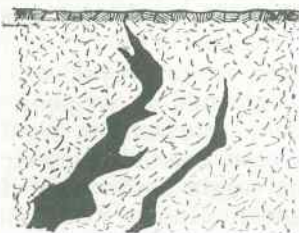
Skąła tworząca pokład ma zwykle budowę uwarstwioną, czyli uławiconą równolegle do spągu i stropu (rys. 20). Wzdłuż płaszczyzn uławicenia skały mają najmniejszą wytrzymałość i najłatwiej się oddzielają. Oprócz tego kierunku istnieją również i inne kierunki mniejszej wytrzymałości; kierunki te nazywa się kierunkami łupności, czyli kłiważu. Kierunki łupności zwykle są zbliżone do kierunku prostopadłego do uławicenia. W kierunkach łupności tworzą się zwykle szczeliny i uskoki.

W postaci pokładów występują w przyrodzie: węgiel kamienny, brunatny, sole, niektóre rudy żelaza, manganu i inne minerały użyteczne.

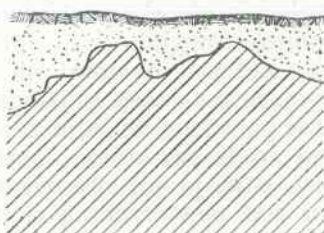
Żyły (rys. 21) są to szczeliny w skałach, wypełnione masą mineralną, odmienną od tej, jaką żyła przecina. Grubość żyły jest na ogół bardziej zmienna aniżeli grubość pokładu. Żyły, podobnie jak i pokłady, mają swoją rozciągłość i nachylenie. W postaci żył występuje większość rud, jak np. złotożne rudy kwarcowe, molibdenit itd.



Rys. 20. Płaszczyzny uławicenia i łupności w węglu

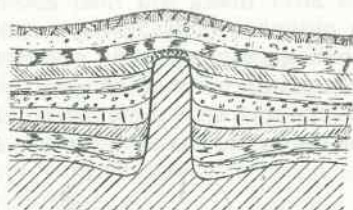


Rys. 21. Żyłne złożo

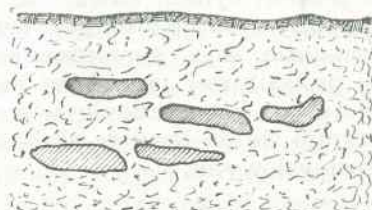


Rys. 22. Masyw granitu

Masywy (rys. 22) są to przeważnie złoża skał głębinowych pochodzenia magmowego, jak np. granity, sjenity, dioryty itd., zajmujące nieraz ogromne przestrzenie i sięgające zwykle bardzo głęboko.



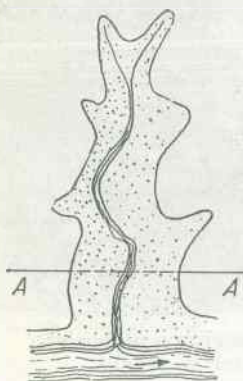
Rys. 23. Słup solny



Rys. 24. Gniazda rudy

Składy (słupy, pnie) i *gniazda* są to rozpadliny skalne lub pieczary wypełnione masą mineralną. Składy (rys. 23) różnią się od gniazd (rys. 24) tylko znacznie większymi rozmiarami dochodzącymi do kilku kilometrów. W postaci składów i gniazd występują złoża soli kamiennej, gipsów, niektórych rud itd.

Złoża okruchowe (rys. 25) składają się ze żwiru, piasku, gliny oraz okruchów mineralnych, powstałych wskutek wietrzenia skał; zajmują one przeważnie doliny rzek i potoków, a należą do nich np. piaski złotonośne, platynonośne, złoża kruszców cyny itp.



Rys. 25. Złoże okruchowe

4. Złoża przemysłowe

Nie każde złożo nadaje się do eksploatacji górniczej. Znaczenie gospodarcze i wartość przemysłową mają tylko takie złoża kopalin użytecznych, które można eksploatować z korzyścią ekonomiczną, tzn. gdy wartość rynkowa wydobytej kopaliny pokryje wszystkie koszty związane z jej wydobyciem. Złoża takie nazywa się *złożami przemysłowymi*.

Dzięki ciągłemu postępowi nauki i techniki eksploatacja złóż staje się coraz łatwiejsza, a koszty wydobycia mniejsze, pomimo wzrostu płac robotniczych. Poza tym ulepszenie sposobów usuwania z kopaliny użytecznej domieszek skał płonnych przyczynia się do podniesienia jej wartości. Wszystko to sprawia, że złoża, których dawniej nie opłacało się eksploatować, dziś lub w przyszłości mogą stać się złożami przemysłowymi.

Do złóż, których dawniej nie uważano za przemysłowe, należą np. złoża zalegające na dużej głębokości, a to głównie ze względu na wysoką temperaturę panującą w głębi ziemi. Dzięki urządzeniom wentylacyjnym oraz innym środkom, które umożliwiają obniżenie temperatury w miejscach pracy, istnieją już obecnie kopalnie węgla dochodzące do głębokości 1200 m pod powierzchnią ziemi (Zagłębie Ruhry w Niemczech), kopalnie zaś kruszców osiągają już głębokość nawet 2700 m (kopalnie złota w Południowej Afryce).

Do złóż, których eksploatacja nastęrcza duże trudności, można zaliczyć złoża, znajdujące się pod dnem morskim. Kopalnie angielskie rozpoczęły już eksploatację takich złóż, stosując odpowiednie środki ochronne przeciw wdarciu się wody do kopalni.

Rudy cynku na Górnym Śląsku zawierają obecnie przeciętnie kilkanaście procent cynku. Zawartość taka jest zbyt niska dla hut, które wymagają rudy o zawartości 50% cynku lub nawet więcej. Ażeby wydobyta ruda znalazła zbyt, konieczne jest jej wzbogacenie, czyli podniesienie w niej procentowej zawartości metalu sposobami mechanicznymi (płukanie, flotacja). Wynalezienie więc mechanicznych sposobów wzbogacania przyczyniło się do tego, że złoża o bardzo małej wartości stały się złożami przemysłowymi.

Rozdział IV

POSZUKIWANIA ZŁÓŻ

Poszukiwania mają na celu odnalezienie złóż kopalin użytecznych (roboty poszukiwawcze) lub też dokładniejsze poznanie i zbadanie złóż odnalezionych (roboty rozpoznawcze).

Dawniej odnalezienie wielu wartościowych złóż było często dziełem tylko szczęśliwego przypadku. Naturalnie, że i dziś jeszcze nowe złoża mogą być odkryte przypadkowo i to nawet przez ludzi nie mających fachowego wykształcenia. Coraz mniej jednak jest na kuli ziemskiej miejsc, gdzie by nie dotarły naukowe ekspedycje geologiczne, coraz więc rzadziej zdarzają się przypadkowe odkrycia nieznanego złoża i coraz większego znaczenia nabierają poszukiwania oparte na podstawach naukowych.

Należy nadmienić, że prowadzenie poszukiwań jest czynnością bardzo kosztowną, czego dowodem niech będzie fakt, iż przed wojną koszty wiercenia w ziemi otworu głębokości 1 km dochodziły nawet do 1mln złotych w złocie, a wszakże odwiert taki, jeżeli i napotyka złożo, to tylko w jednym jego miejscu, co jest stanowczo niewystarczające do ustalania przemysłowej wartości złoża. Toteż dla zmniejszenia kosztów poszukiwań rozpoczyna się je zwykle sposobami najmniej kosztownymi i dopiero w miarę otrzymania pomyślnych wyników przystępuje się do bardziej kosztownych. Stosunkowo najmniej kosztownymi robotami poszukiwawczymi są poszukiwania geologiczne i dlatego od nich rozpoczyna się z zasady poszukiwanie złóż, a dopiero po stwierdzeniu możliwości znalezienia w danej miejscowości złoża przemysłowego przystępuje się do znacznie kosztowniejszych poszukiwań górniczych.

5. Poszukiwania geologiczne

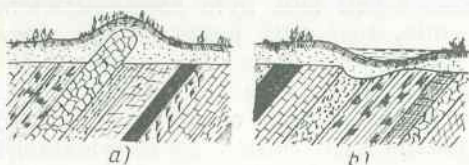
Poszukiwania geologiczne polegają na wykonaniu zdjęć geologicznych terenu, ustaleniu wieku geologicznego skał, ich rodzaju, kierunku rozciągłości i nachylenia warstw oraz ustaleniu uskoku i innych zaburzeń tektonicznych.

Prace geologiczne wymagają zatem znajomości natury złóż minerałów użytecznych, ich powstawania oraz współwystępowania z innymi minerałami, opierać się więc muszą na takich naukach, jak mineralogia, petrografia, geologia i paleontologia. Geolog zaopatrzony w mapy oraz w najprostsze narzędzia do badań polowych, jak kompas górniczy, młotek geologiczny, dmuchawkę itp., prowadzi wstępne prace poszukiwawcze.

Częstokroć już sama budowa topograficzna miejscowości pozwala wyciągnąć pewne wnioski o możliwości napotkania takiego lub innego złoża.

Na przykład w miejscowościach górzystych łatwiej można się spodziewać żyl, złoża okruczowe zaś występują w łóżykach i dolinach rzek itp. W wielu przypadkach szczególne oznaki na powierzchni ziemi pozwalają wnioskować o istnieniu pewnych złóż. Tak np. obecność grzbietów (rysunek 26 a) bądź wgłębień terenu (rys. 26 b) wskazywać może na występowanie wzdłuż nich skał bardziej odpornych na procesy wietrzenia lub też łatwo ulegających tym procesom; ułatwia to bardzo prowadzenie poszukiwań. Napotkane w dolinach odłamki skał (rys. 27) wskazywać mogą na istnienie odpowiedniego złoża w wyżej położonych miejscach terenu. Barwne pasy i naloty na powierzchni ziemi pozwalają niekiedy wnioskować o występowaniu takich lub innych minerałów; np. wychodnie rud żelaznych zaznaczają się często czerwonym pasem, kruszce ołowiu — złotym lub czerwonym, kruszce miedzi — błękitnym lub zielonym.

Najbardziej cennych wskazówek dostarczają odsłonięcia wychodni skał. Mogą one być naturalne (rys. 28), np. brzegi rzek i potoków, lub też sztuczne, które powstają przy budowie tuneli, dróg i kolei żelaznych, przy kopaniu studni, fundamentów itp.



Rys. 26. Oznaki w terenie występowania złoża

a — grzbiet, b — wgłębienie



Rys. 27 (z lewej). Odlamki skał oznaka występowania złoża. Rys. 28 (z prawej). Naturalne odsłonięcie w terenie

Oprócz tego przy poszukiwaniu zwraca się uwagę na rozmieszczenie źródeł, gdyż regularne ich występowanie może wskazywać na wychodnie pokładu wodonośnego, nieregularne natomiast na obecność uskóków i szczelin. Źródła słone wskazywać mogą na złoża soli kamiennej, źródła mineralne — na obecność rud żelaza, rud miedzi i cynku, grunty bezwodne — na obecność darniowych rud żelaza. Niektóre minerały użyźniają glebę, inne znowu czynią ją jałową, a wskutek tego stan roślinności i występowanie niektórych roślin wskazywać mogą czasami na obecność ciał kopalnych. Również pewne bakterie, które żyją w łączności z pewnymi minerałami, mogą spełniać rolę przewodnika.

W Polsce wszelkie roboty poszukiwawcze są kierowane, koordynowane i planowane przez Centralny Urząd Geologii (CUG) w Warszawie. Do prowadzenia robót tych są powołane Instytut Geologiczny (IG) w Warszawie oraz resortowe służby geologiczne przy poszczególnych ministerstwach.

6. Poszukiwania geofizyczne

Już od dawna znani są tzw. różdżkarze (rys. 29), którzy, trzymając w rękach rozwidloną gałąź np. wikliny, potrafią niekiedy dość dokładnie wskazać miejsce i określić głębokość występowania wód, a czasem nawet złóż mineralnych.

Geofizyczne sposoby poszukiwań polegają na wykorzystaniu niektórych fizycznych własności skał, jak np. przenikliwości magnetycznej (sposób magnetometryczny), gęstości warstw skalnych (sposób grawimetrycz-

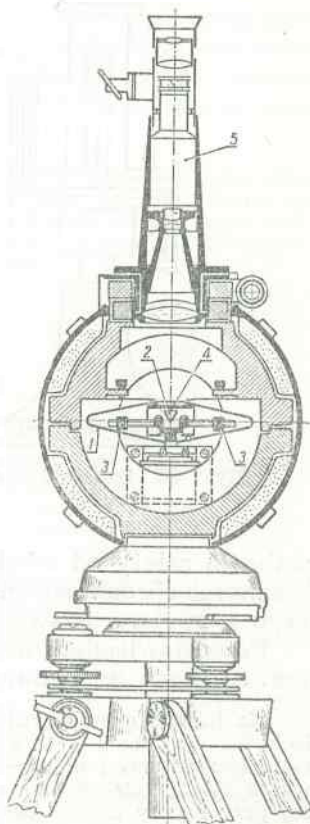


Rys. 29. Różdżkarze przy pracy

ny), przewodnictwa elektrycznego (sposób elektrometryczny), przewodnictwa fal elektromagnetycznych lub sejsmicznych (sposób radiometryczny lub sejsmometryczny).

Sposób *magnetometryczny* polega na pomiarze wartości natężenia pola magnetycznego nad badanym terenem. Sposób ten stosowano już w XVIII w. w Szwecji przy poszukiwaniach rudy żelaza (magnetytów). Pierwszymi przyrządami używanymi do tego celu były *kompassy*. W drugiej połowie XIX w. zastąpiono je bardziej dokładnymi *magnetometrami*, które mierzą wartość pionowej składowej całkowitego natężenia.

Magnetometr (rys. 30) zawiera układ magnesów 1, który może się obracać w płaszczyźnie pionowej dookoła osi 2. Magnesy są zaopatrzone w nakrętki 3, za pomocą których w normalnych warunkach układ magnesów jest utrzymywany w poziomie. Jeżeli magnetometr umieści się w terenie zawierającym złoża o większej przenikliwości magnetycznej, to układ magnesów wychyli się z poziomu. Równocześnie wychyli się też i lusterko 4 umieszczone na górze układu magnesów, a promień światła rzucony z niego na skalę magnetometru wskaże wielkość odchylenia. Wielkość tę odczytuje się za pomocą lusterka 5.

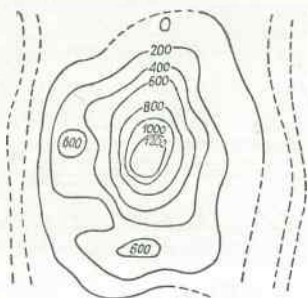


Rys. 30. Magnetometr

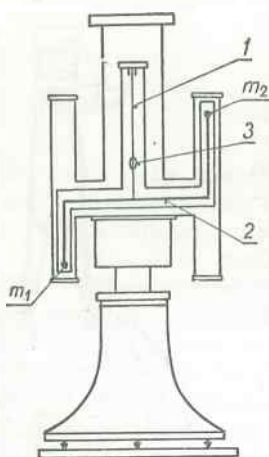
Przeprowadzając pomiary na całej powierzchni badanego terenu, można wykreślić na mapie linie magnetyczne równych odchyień (rysunek 31). Zagęszczenie tych linii w pewnym miejscu wskazuje na obecność skał o dobrej przenikliwości magnetycznej, rozproszenie natomiast linii — na skały o złej przenikliwości.

Sposób magnetometryczny nadaje się najlepiej do poszukiwania złóż rudy żelaza i niklu.

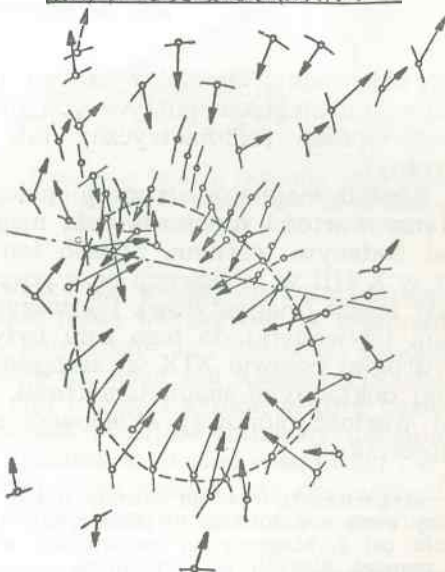
Sposób grawimetryczny oparty jest na pomiarach natężenia pola ciężkości w różnych punktach badanego terenu. Wielkość natężenia zależy od gęstości mas skalnych. Przyrząd służący do pomiaru pola ciężkości nazywa się *grawimetrem*. Grawimetry mogą być *sprężynowe*, zbudowane w postaci czulej sprężyny, na której zawieszono obciążnik. Ciężar obciążnika zmienia się tu zależnie od siły przyciągania masy skalnej, a zatem sprężyna się wydłuża lub też skraca, rejestrując zmiany natężenia pola ciężkości. Dalej mogą być *grawimetry wahadłowe*, w których czas odchylenia



Rys. 31. Linie magnetyczne równych odchylenia



Rys. 32. Schemat wagi skręceń



Rys. 33. Mapa pomiaru grawimetrycznego słupa solnego

wahadła zależy od wielkości siły przyciągania. Mierzając czas wahania dokładnymi chronometrami, można określić wartość natężenia grawitacyjnego w miejscu ustawienia przyrządu.

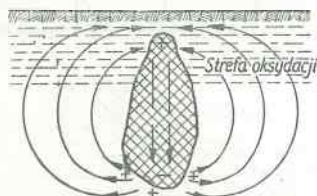
Przedstawicielem ich jest grawimetr torsyjny, czyli tzw. *waga skręceń*. Schemat jej budowy i zasada działania (rys. 32) są następujące.

Na bardzo cienkiej nitce 1 platynowo-irydowej lub kwarcowej zawieszona jest leciutka wałeczka 2 wraz z lusterkiem 3; do końców wałeczki przymocowane są dwa złote ciężarki m_1 i m_2 po 30 G. Gdy zbliży się wagę skręceń do miejsca występowania złoża podziemnego, cięższego od otaczających skał, ciężarek m_1 będzie więcej przyciągany aniżeli ciężarek m_2 , a to ze względu na mniejszą jego odległość od złoża. Powstanie przy tym pewien obrót wałeczki 2 i odchylenie lusterka 3. Odchylenie to można łatwo odczytać lub sfotografować za pomocą specjalnego przy-

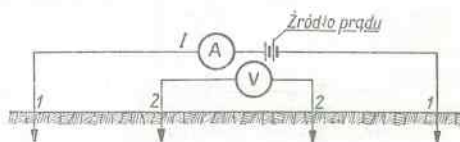
rzędu. Otrzymane wyniki przelicza się i nanosi na mapę (rys. 33). Kierunki przyciągania określają z dużą dokładnością miejsce występowania złoża. Sposobem tym odkryto między innymi w ostatnich latach ogromne złożo soli w Kłodawie.

Sposoby elektrometryczne polegają na określeniu przebiegu linii elektrycznych na badanym terenie, przy czym elektryczne pole sił może być naturalne lub wywołane sztucznie przez odpowiednie źródło energii.

Wykorzystanie *naturalnego pola sił* (rys. 34) polega na mierzeniu bardzo słabych prądów elektrycznych, powstających w złożu pomiędzy gór-



Rys. 34. Przepływ naturalnego prądu elektrycznego w złożu



Rys. 35. Pomiar elektryczny sposobem równych napięć

nymi i dolnymi jego partiami wskutek chemicznych procesów wietrzenia, zachodzących w górnych partiach. Sposób ten po raz pierwszy zastosowano w USA w 1870 r.

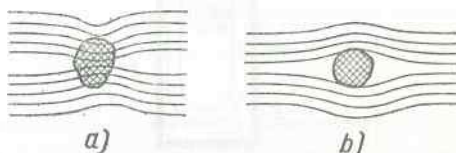
Od ostatnich lat XIX stulecia zaczęto stosować prawie wyłącznie sposoby elektrometryczne, w których wykorzystuje się *dodatkowe źródło energii elektrycznej* prądu stałego lub zmiennego. Spośród różnych odmian sposobów elektrometrycznych wyróżnia się sposób równych napięć oraz sposób oporowy.

Sposób równych napięć (rys. 35) polega na określeniu przebiegu linii pola elektrycznego. W tym celu umieszcza się w terenie dwie elektrody 1 i przepuszcza się przez nie prąd elektryczny. Mierząc spadki napięć między dwoma przenośnymi sondami 2, znajduje się przebieg linii elektrycznych w badanym terenie. Skąły dobrze przewodzący elektryczność skupiają te linie (rys. 36 a), źle przewodzący — rozpraszają (rys. 36 b).

Sposób oporowy może być prowadzony jako *sondowanie* (do warstw o małym nachyleniu 10 do 15°) lub też jako *profilowanie elektryczne* (do warstw stromych). Przy sposobie oporowym układ elektrod 1 i sond 2 jest taki sam jak na rys. 35, przy czym przy sondowaniu do każdego pomiaru zmienia się odległość tak elektrod, jak i sond, przy profilowaniu natomiast odległość elektrod pozostaje prawie niezmienna. Znając natężenie prądu elektrycznego I , różnicę napięć V między sondami oraz odległość elektrod i sond można obu sposobami łatwo określić opór warstw skalnych. Porównując otrzymane wyniki ze znanymi oporami poszczególnych skał, można łatwo określić, jakie skały występują w badanym terenie.

Sposób radiometryczny polega na tym, że na badanym terenie ustawia się nadawczą antenę ramową¹⁾ A_n (rys. 37 a), wysyłającą fale elektromagnetyczne. Badając zmiany pola elektromagnetycznego za pomocą anten odbiorczych A_o , można stwierdzić wszelkie zaburzenia, jakie w tym polu powstają.

Operując odbiornikiem w różnych punktach (1 ÷ 5) złoża i stosując różne nachylenia anteny odbiorczej, można dość dokładnie określić nie tylko granice zalegania złoża, lecz i w przybliżeniu jego głębokość (rys. 37 b).

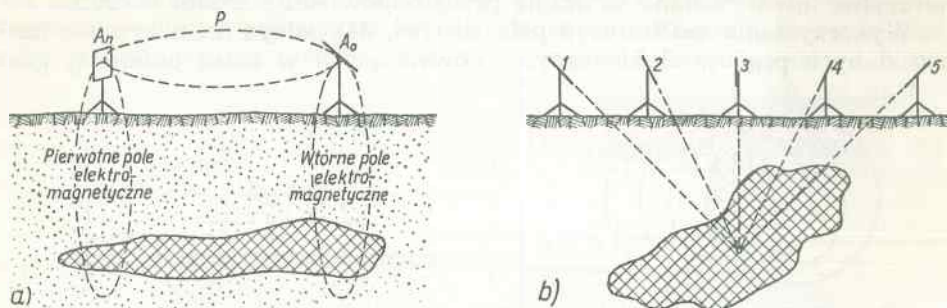


Rys. 36. Odchylenie linii elektrycznych przez złożo

a — dobrze przewodzące, b — źle przewodzące

¹⁾ Antena ramowa wysyła najwięcej energii w kierunku płaszczyzny ramy.

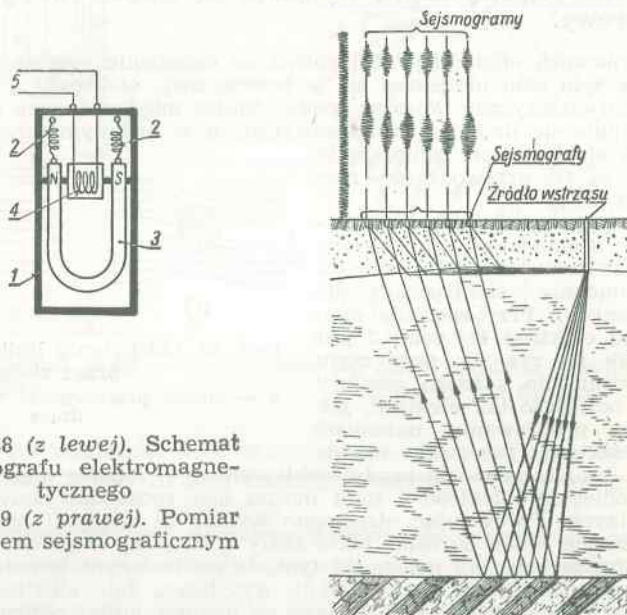
Sposób sejsmometryczny polega na obserwacji drgań warstw skalnych wywołanych detonacją materiału wybuchowego. Drgania te przenoszone są w ośrodku sprężystym z różną prędkością, która zależy od własności samego ośrodka. Im bardziej sprężysta jest skała, tym łatwiej (a więc i prędzej) przewodzi falę sejsmiczną. Fala sejsmiczna, prze-



Rys. 37. Poszukiwanie złoża sposobem radiometrycznym
a — schemat zasady poszukiwania, b — pomiar złoża

chodząc przez warstwy poszczególnych skał, ulega częściowo załamaniu (refrakcji), częściowo zaś odbiciu ku powierzchni ziemi (refleksji). Zależnie od tego, które z tych fal są badane, mamy sposoby sejsmiczne: refrakcyjne i refleksyjne.

Badania sejsmometryczne wykonuje się za pomocą sejsmografów. Schemat sejsmografu elektromagnetycznego podano na rys. 38.



Rys. 38 (z lewej). Schemat sejsmografu elektromagnetycznego

Rys. 39 (z prawej). Pomiar sposobem sejsmograficznym

Składa się on z metalowej puszki 1, wewnątrz której zawieszony jest na czułych sprężynach 2 magnes 3. Między biegunami magnesu umieszczono cewkę 4 przytwierdzoną do puszki. Pod wpływem drgań powierzchni ziemi, wywołanych detonacją materiału wybuchowego, drga również sejsmograf. W cewce drgającej między biegunami magnesu zostaje wzbudzony prąd indukcyjny. Prąd ten

przesyła się przewodami 5 do oscylografu. Obraz otrzymany w oscylografie fotografuje się na taśmie filmowej, otrzymując w ten sposób *sejsmogramy*.

Sejsmografy ustawia się do pomiaru wzdłuż linii prostej, najczęściej w jednakowych odległościach od siebie (rys. 39). Po odstrzeleniu ładunku materiału wybuchowego fale odbite od poszczególnych warstw skalnych dają różne sejsmogramy pozwalające wnioskować o ułożeniu skał w skorupie ziemskiej.

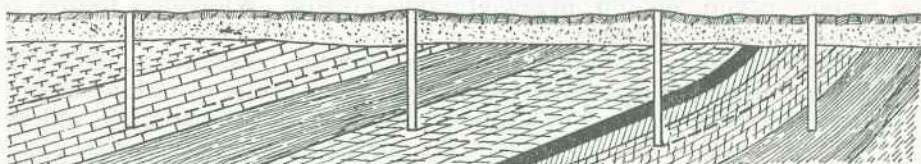
7. Poszukiwania robotami górniczymi

Sposoby geologiczne i geofizyczne pozwalają stwierdzić jedynie obecność złoża i w pewnym tylko przybliżeniu jego użyteczność przemysłową. Dla dokładniejszego określenia kształtu, wymiarów złoża oraz jego jakości, a tym samym i jego wartości przemysłowej, konieczne jest przeprowadzenie pewnych poszukiwawczych *robót górniczych*. Polegają one na wykonywaniu rowów, szybków i sztolni poszukiwawczych oraz otworów wiertniczych. Roboty te są na ogół kosztowne, toteż należy prowadzić je według pewnego planu. Mianowicie jeżeli np. na badanym terenie istnieje wychodnia pokładu, to górnicze roboty poszukiwawcze należy rozpocząć od zbadania tej wychodni, do zbadania natomiast głębszych partii pokładu przystępuje się tylko w razie koniecznej potrzeby.

Rowy poszukiwawcze (rys. 40) służą do odsłonięcia warstw kopaliny użytecznej przy małej grubości nadkładu i stromym nachyleniu. Wtedy przy jednej i tej samej ilości pokładów rów wypada tym krótszy, a więc i tańszy, im bardziej strome są pokłady. W miejscu napotkania przez rów pokładu kopaliny użytecznej zgłębia się w niej szybik (dla lepszego zbadania jakości złoża) oraz prowadzi się rów wzdłuż wychodni. Szerokość rowu w dolnej części wynosi 0,50 do 0,75 m, szerokość u góry 0,70 do 1,00 m, a głębokość zwykle 2,00 do 2,50 m i wyjątkowo dochodzi do 4 m. Rów powinien przecinać cały nadkład i zagłębiać się w badanych warstwach o 0,10 do 0,50 m.



Rys. 40. Rów poszukiwawczy



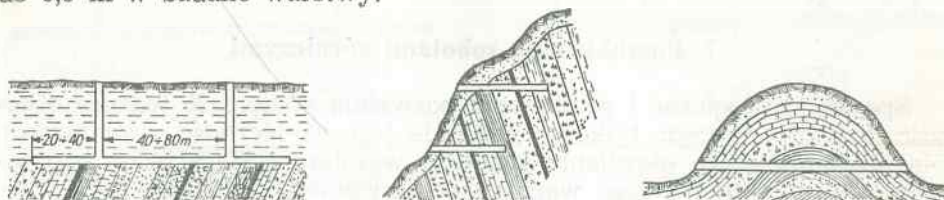
Rys. 41. Szybiki poszukiwawcze

Szybiki poszukiwawcze są to pionowe (rzadziej pochyłe) wyrobiska górnicze, zwykle o przekroju prostokątnym (ze względu na obudowę drzewną) $0,7 \times 1,5$ m i głębokości do 25 m. W skałach bardzo wytrzymałych nadaje się im kształt okrągły o średnicy około 1 m i pozostawia bez obudowy.

Odległość pomiędzy szybikami powinna być taka, ażeby każdy następny szybik (rys. 41) napotkał w swej górnej części pokład, w którym zatrzymano zgłębianie szybiku poprzedniego. Liczba szybików przy tej samej ich głębokości będzie tym mniejsza, im większa jest ich odległość,

a więc im mniejszy jest kąt nachylenia pokładów oraz im mniejsza jest grubość nadkładu. Dlatego też szybiki nadają się najlepiej do poszukiwań przy łagodnym nachyleniu pokładów i małej grubości nadkładu.

Przy większych grubościach nadkładu i przy stromych pokładach korzystniej jest stosować *szybiki z przecznicami*, tzn. poziomymi chodnikami o przekroju poprzecznym $1,0 \times 1,5$ m, prowadzonymi w poprzek uławicenia skał (rys. 42). Spodek przecznicy powinien zagłębiać się 0,2 do 0,5 m w badane warstwy.



Rys. 42 (z lewej). Szybiki i przecznice poszukiwawcze. Rys. 43 (w środku). Sztolnie poszukiwawcze. Rys. 44 (z prawej). Tunel

Sztolnie poszukiwawcze (rys. 43) są to chodniki poziome mające jedno połączenie z powierzchnią. W odróżnieniu od nich chodniki o dwóch połączeniach z powierzchnią noszą nazwę *tuneli* (rys. 44). Sztolnie poszukiwawcze stosuje się w okolicach górzystych lub pagórkowatych przy stromym nachyleniu pokładów. Sztolnie poszukiwawcze mają najczęściej wymiary $1,2 \times 1,8$ m. Prowadzi się je z niewielkim wzniesieniem (około 5‰) dla ułatwienia odpływu wody.

Często ze sztolni prowadzi się prostopadle do niej chodniki poszukiwawcze w celu lepszego rozpoznania złoża.

8. Poszukiwania robotami wiertniczymi

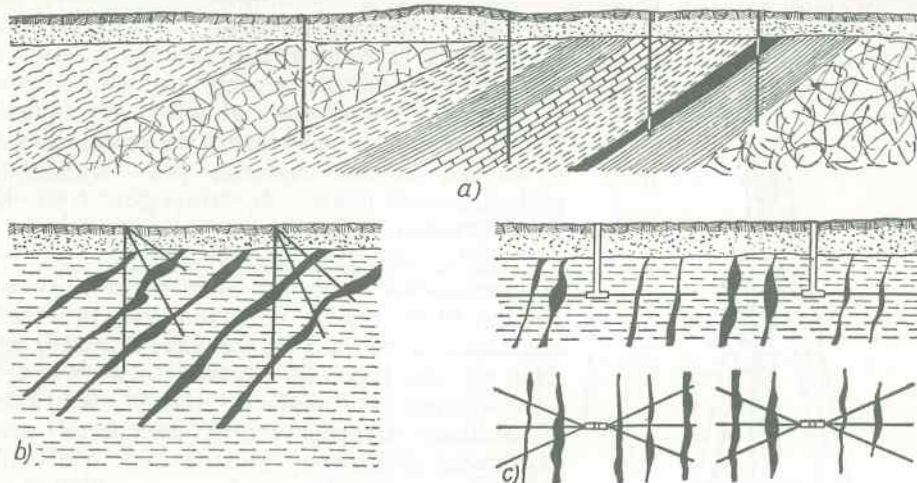
Wiercenia prowadzi się bądź w celu poszukiwania złoża (wiercenia poszukiwawcze), bądź też w celu dokładniejszego jego rozpoznania (wiercenia rozpoznawcze). Niekiedy otwory wierci się w celu eksploatacji kopaliny użytecznej (ropa naftowa, gaz ziemny, solanki itp.) lub też dla celów pomocniczych, jak np. przewietrzanie kopalni. Wiercenia można podzielić na płytkie i głębokie.

Wiercenia płytkie wykonuje się ręcznie lub też maszynowo, przy czym głębokość wierconych otworów dochodzi do 75 m i więcej, najczęściej jednak nie przekracza 30 do 50 m. Otwory wiertnicze prowadzi się najczęściej z powierzchni ziemi (rys. 45 a i b), można jednak prowadzić je ze sztolni, przecznicy lub chodników poszukiwawczych (rys. 45 c). Kierunek otworów jest najczęściej pionowy (rys. 45 a), niemniej stosuje się też otwory pochyłe (rys. 45 b) lub poziome (rys. 45 c).

Wiercenia płytkie najlepiej nadają się do poszukiwań przy większej grubości nadkładu, kiedy szybiki są zbyt kosztowne, oraz przy małym nachyleniu pokładów. Należy jednak pamiętać, że dają one wyniki na ogół mniej pewne aniżeli szybiki, przecznice lub sztolnie poszukiwawcze, są jednak znacznie tańsze.

Wiercenia głębokie wykonuje się wyłącznie maszynowo, przy czym głębokość wierconych otworów przekracza obecnie nawet 6000 m. Otwory prowadzi się tylko z powierzchni ziemi, przy czym z zasady tylko pionowo. Wiercenia głębokie mają na celu zbadanie warstw skalnych zalegają-

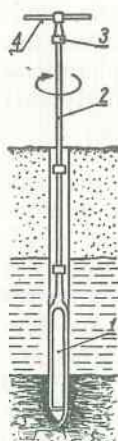
cych na dużej głębokości. Nadmienić należy, że wiercenia głębokie są bardzo kosztowne, przy czym koszty te wzrastają nieproporcjonalnie szybko ze wzrostem głębokości otworów.



Rys. 45. Otwory poszukiwawcze
a — pionowe, b — pochyle, c — poziome

a. Wiercenia okrętne

Wiercenia okrętne stosuje się do wykonywania otworów płytkich (głębokości najwyżej 40 m) w skałach sypkich (piaski, żwiry) lub miękkich (gliny, torfy). Wykonuje się je najczęściej ręcznie przy użyciu najprostszych przyrządów wiertniczych (rys. 46) złożonych ze świdra 1, żerdzi 2 oraz głowicy 3 z otworem, w który wkłada się drążek 4.



Rys. 46 (z lewej). Schemat wiercenia okrętowego

Rys. 47 (u dołu). Świdry do wiercenia okrętowego

a — talerzowy, b — skrzynkowy, c — śrubowy, d — łyżkowy, e — łyżkowo-czerpakowy



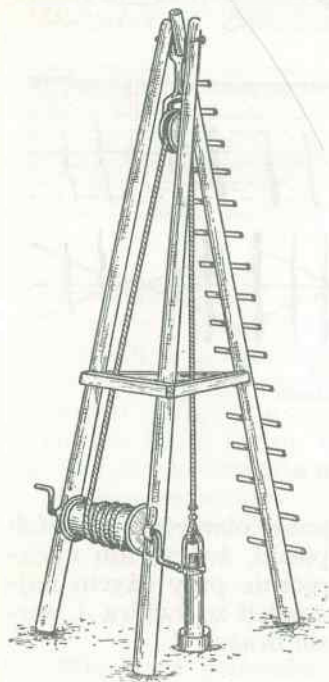
Zależnie od rodzaju skał, stosuje się przy wierceniu okrętym rozmaite świdry. Tak np. w skałach sypkich lub słabo zwięzłych (piaski gliniaste) używa się świdrów talerzowych (rys. 47 a) lub skrzynkowych (rysunek 47 b), w skałach miękkich — świdrów śrubowych i spiralnych (ry-

sunek 47 c) lub łyżkowych (rys. 47 d), w skałach ciekłych (kurzawki) — łyżkowo-czerpakowych (rys. 47 e).

Zwiercona skała gromadzi się ponad talerzem, w skrzynce lub też między zwojami świdra. W świdrach łyżkowych i łyżkowo-czerpakowych dostaje się ona do wnętrza walca łyżki. Aby zapobiec wylewaniu się skał ciekłych w łyżkach, stosuje się kłapy 1 (rys. 47 e) lub zawory kulowe 2.

Do wydłużania przyrządu wiertniczego służą żerdzie stalowe. Świder obraca się za pomocą drążków, włożonych w otwory głowicy. Wyciąganie lub zapuszczanie przyrządu wiertniczego odbywa się zwykle ręcznie; przy większych głębokościach używa się trójnogów (rys. 48) z kołowrotem, krążkiem i liną.

Zaletą wiercenia okrętnego jest łatwość wykonywania otworów oraz prostota urządzenia, które można bez trudności przetransportować z miejsca na miejsce. Niestety nadaje się ono tylko do płytkich otworów wykonywanych w skałach małej zwięzłości. W skałach twardszych, a zwłaszcza przy otworach głębszych, stosuje się wiercenie maszynowe sposobem uderowym lub obrotowym.



Rys. 48. Trójnóg

b. Wiercenia uderowe

Wiercenie uderowe polega na kruszeniu skały świdrem wiertniczym uderzającym o dno wierconego otworu. Urządzenie wiertnicze przy wierceniu uderowym składa się z aparatu wiertniczego: z świdra, obciążnika, nożyc i łącznika z przewodem wiertniczym, dalej z urządzenia wprowadzającego w ruch aparat wiertniczy oraz z wieży wiertniczej.

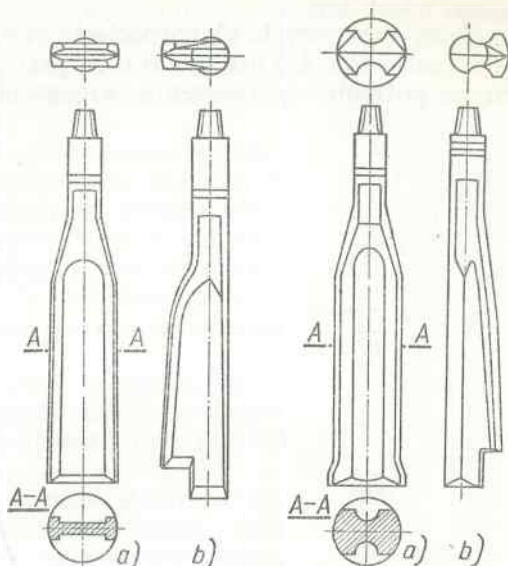
Przy wierceniu uderowym świder można wprowadzić w ruch przy użyciu żerdzi wiertniczych (sposób kanadyjski) lub też przy użyciu liny (sposób pensylwański).

Zasadniczą częścią roboczą przy wierceniu uderowym jest świder wiertniczy uderowy, który po każdym uderzeniu powinien być obrócony o pewien kąt. Przy wierceniu żerdziowym wykonuje to pomocnik wiertacza, który trzymając za drążek (kałamutek) i wyczuwając rodzaj przewiercanej skały wie, o jaki kąt obrócić świder. Przy wierceniu linowym każdorazowe uderzenie świdra w coraz to inne miejsce dna otworu następuje wskutek skręcania się i rozkręcania liny. Sposób ten jednak nie daje wiertaczowi możliwości dokładnej kontroli charakteru przewiercanych skał. Świdry uderowe do wiercenia żerdziowego (rys. 49) są inne niż do wiercenia linowego (rys. 50). Najczęściej stosuje się świdry płaskie (rysunek 49 a i 50 a), świdry krzyżowe lub też ekscentryczne (rys. 49 b i 50 b). Kąty ich ostrzy zależą od rodzaju przewiercanych skał i wahają się najczęściej od 70 do 120°. Im skała jest twardsza, tym kąt ostrza powinien być większy.

Przewód wiertniczy przy wierceniu kanadyjskim składa się ze skręcanych z sobą poszczególnych żerdzi długości 5 do 12 m (rys. 51). Zaró-

wno skręcanie żerdzi przy zapuszczaniu przewodu, jak i rozkręcanie ich przy wyciąganiu wymaga wiele czasu. Pod tym względem wiercenie linowe jest korzystniejsze, gdyż umożliwia szybsze zapuszczanie i wyciąganie aparatu wiertniczego. W celu złagodzenia wstrząsów całego przewodu przy wierceniu żerdziowym i uniknięcia łamania połączeń gwintowych w chwili uderzenia świdra o skałę nie łączy się go bezpośrednio z przewodem, lecz za pośrednictwem nożyc (rys. 52 a), tj. dwóch ogniw 1 i 2 mogących się przesuwają w płaszczyźnie pionowej względem siebie. Aby świdrowi nadać odpowiedni ciężar, umocowuje się między nim a nożycami obciążnik (rys. 52 b), tj. grubą i ciężką żerdź.

Do połączenia przyrządu wiertniczego z przewodem przy wierceniu linowym służy pasterka (rys. 52 c). Do zapuszczania i wyciągania żerdzi z otworu służy uchwyt zwany okrętka (rys. 52 d). Przedłużenia

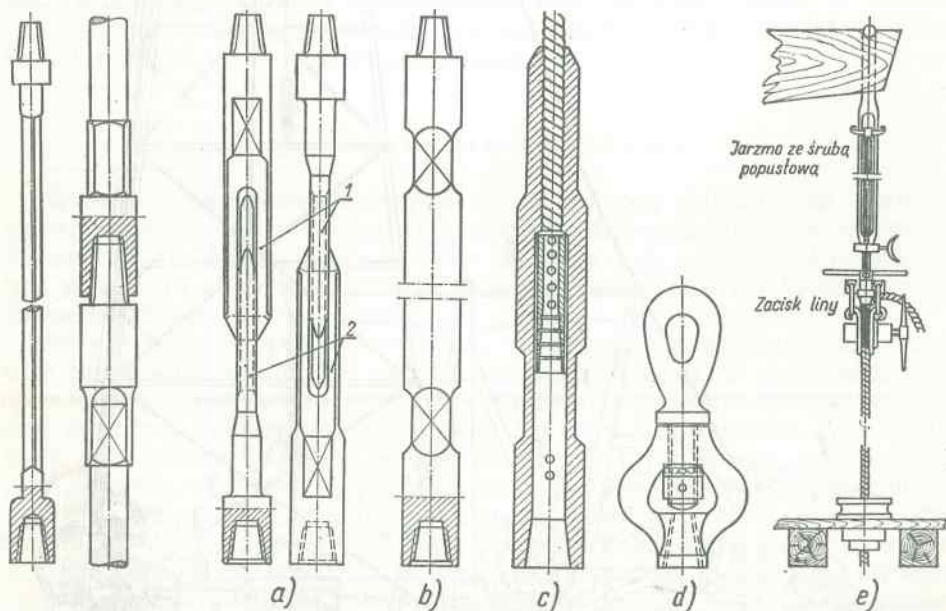


Rys. 49 (z lewej). Świdry do uderowego wiercenia żerdziowego

a — płaskie, b — ekscentryczne

Rys. 50 (z prawej). Świdry do uderowego wiercenia linowego

a — płaskie, b — ekscentryczne



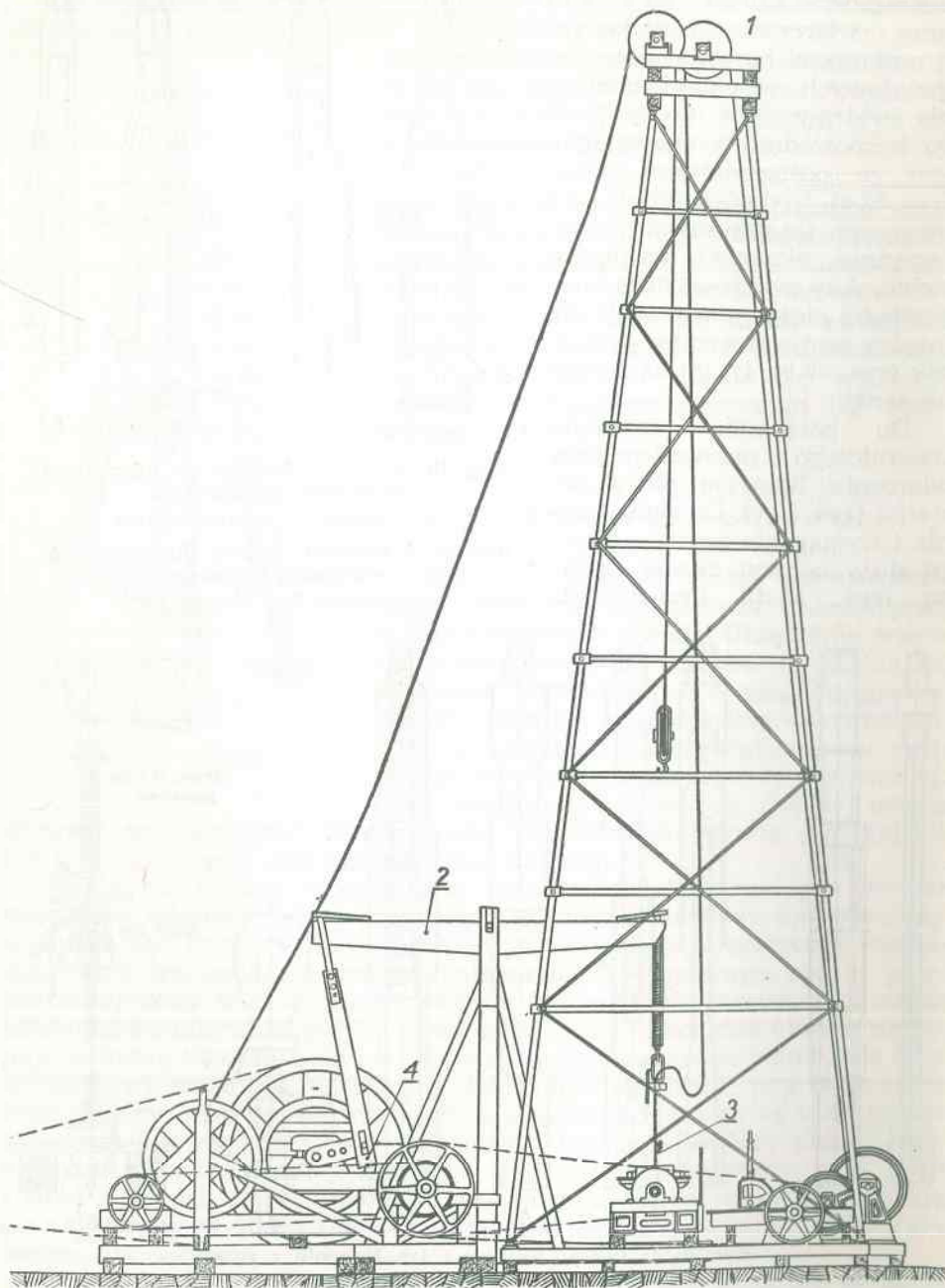
Rys. 51 (z lewej). Żerdzie i ich łączenie z sobą

Rys. 52 (z prawej). Osprzęt wiertniczy

a — nożyce, b — obciążnik, c — pasterka, d — okrętka, e — śruba popustowa

przewodu wiertniczego podczas wiercenia dokonuje się za pomocą śruby popustowej (rys. 52 e) lub łańcucha nawiniętego na wałek osadzony w wahaczu wiertnicy.

Przy mniejszych głębokościach otworów ustawia się nad nimi trójnogi (patrz rys. 48) lub czwórnogi; przy głębokościach dużych — ze względu na potrzebę podnoszenia większych ciężarów — stosuje się wieże



Rys. 53. Wieża i wiertnica do wiercenia udarowego

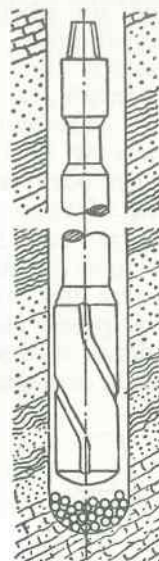
wiertnicze (rys. 53) z mocnych belek i desek lub stalowych kształtowników. Wysokość wież wiertniczych waha się w granicach 17 do 40 m. Wieże służą do zawieszania krążków 1, przez które przechodzą liny niezbędne do zapuszczania i wyciągania przewodu, łyżki, rur itd. Do wykonania wszystkich czynności związanych z wierceniem służy urządzenie z zespołem bębnow i tarcz, zwane *wiertnicą* (zórąwem wiertniczym).

Wprawienie w ruch przewodu wiertniczego (żerdziowego lub linowego) odbywa się za pomocą *wahacza* 2, tj. dwuramiennej dźwigni poruszanej za pomocą silnika. Jedno ramię wahacza połączone jest z przewodem 3, drugie z korbą 4, która nadaje przewodowi ruch wahadłowy do góry i na dół. Korba osadzona na wale głównym otrzymuje ruch z silnika za pośrednictwem głównej tarczy pasowej.

Przy wierceniu otworów w skałach mniejszej twardości stosowane bywa wiercenie *szybkoudarowe* cechujące się dużą liczbą uderzeń na minutę (80 do 120) i małą wysokością skoku.

Przy stromych nachyleniach warstw skalnych zachodzi niebezpieczeństwo skrzywienia otworów. Aby temu zapobiec lub wyrównać już skrzywiony otwór, stosuje się odmienny udarowy sposób: *wiercenie kulami* (rys. 54), przy którym wsypuje się do otworu kule stalowe i pobija je stęporem.

Ujemnymi stronami wiercenia udarowego są: nieproduktywne zużycie dużej ilości energii na poruszanie przewodu oraz otrzymywanie z otworu próbek w postaci szlamistego urobku wiertniczego, tzw. zwiercin, które w małym tylko stopniu nadają się do badań mineralogicznych lub petrograficznych. Wad tych można uniknąć stosując wiercenie obrotowe.



Rys. 54. Wiercenie udarowe kulami

c. Wiercenia obrotowe

Wiercenie obrotowe wykonuje się za pomocą *świdra* lub *koronki*, które, obracając się stale na dnie otworu, skrawają lub ścierają skałę. Skrawanie lub ścieranie skały może się przy tym odbywać albo na całym przekroju otworu (wiercenie pełnotworowe) albo też tylko na jego obwodzie (wiercenie rdzeniowe).

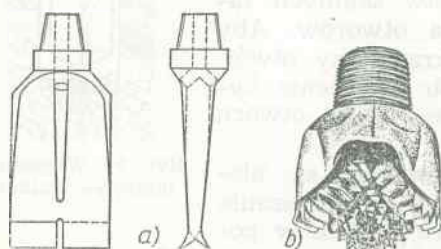
Przy *wierceniu pełnotworowym* w przypadku skał miękkich stosuje się *świdry* w kształcie *rybiego ogona* (rys. 55 a), w przypadku skał twardszych ostrza świdra muszą być zbrojone węglnikami spiekanyymi. Do skał twardych używa się oprócz tego *świdrów gryzakowych* (rys. 55 b), które przy obrocie toczą się po dnie otworu i swymi zębami kruszą skałę.

Wiercenie rdzeniowe (rys. 56) prowadzi się za pomocą grubościenniej rury stalowej, na której dolnym końcu znajduje się *koronka*. Przy zastosowaniu takich urządzeń wiertniczych ścierany jest tylko pierścień skały, na którym spoczywa koronka, środek natomiast skały pozostaje wewnątrz rury nietknięty, tworząc *rdzeń*. Stanowi on próbkę skały w doskonałej postaci, jakiej nie mogą dać żadne inne sposoby wiercenia.

Koronki rdzeniowe do skał miękkich wykonuje się w postaci uzębionej (rys. 57 a), przy czym zęby zbrojone są płytkami węglików spieka-

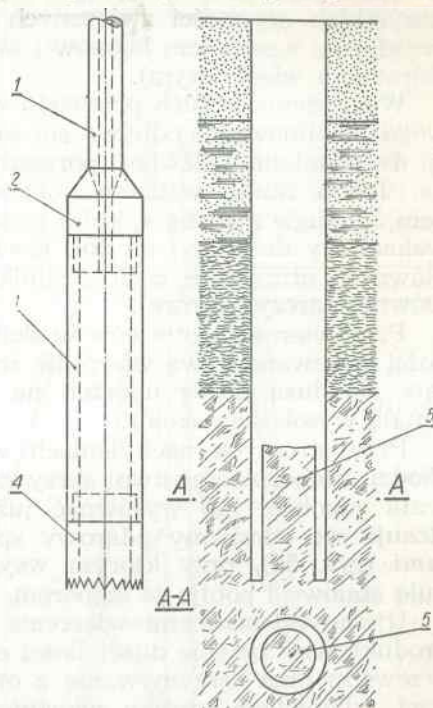
nych. Do skał twardych używa się *koronek diamentowych* (rys. 57 b), na których obwodzie osadzonych jest kilkaset nieszlachetnych (czarnych) diamentów; ostatnio używa się też koronek, w których diamenty zastąpiono słupkami twardych węglików spiekanych (rys. 57 c). Stosuje się również *koronki śrutowe* (rys. 58), przy których do otworu wysypuje się śruciny stalowe o średnicy 1 do 5 mm. Śruciny te przyciskane ciężarem przyrządu, znajdującego się w ruchu obrotowym, żłobią w skale otwór w kształcie pierścienia.

Do odrywania rdzeni stosuje się *rurę rdzeniową* (rys. 59). Składa się ona z kadłuba 1 z gniazdem dla rozciętej i zbieżnej tulei 2, która wewnątrz jest uzębiona. Umieszcza się ją w przewodzie tuż nad koronką 3. Podczas wiercenia rdzeń skały swobodnie wchodzi w tuleję, przy pod-



Rys. 55. Świdry do wiercenia obrotowego

a — świder rybi ogon, b — świder gryzakowy

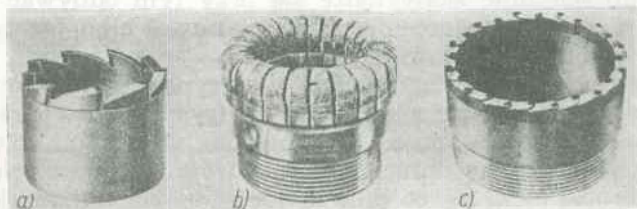


Rys. 56. Zasada obrotowego wiercenia rdzeniowego

1 — żerdź rurowa, 2 — łącznik, 3 — rura rdzeniowa, 4 — koronka, 5 — rdzeń

noszeniu jednak przewodu wskutek zbieżności tak samej tulei, jak i jej gniazda, zęby tulei zaciskają się na rdzeniu i urywają go.

Wiercenie obrotowe wymaga doprowadzenia do dna otworu *wody płuczkowej*, która wynosi zwiarciny na powierzchnię. Dla doprowadzenia

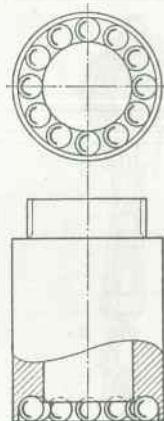


Rys. 57. Koronki do rdzeniowego wiercenia obrotowego

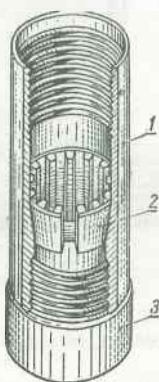
a — uzębione, b — diamentowe, c — zbrojone węglkami spiekanymi

tej wody stosuje się żerdzie wykonane z rur (rys. 60). Zakończenie przewodu u góry stanowi w tym przypadku okrętka lub *głowica płuczkowa* (rys. 61).

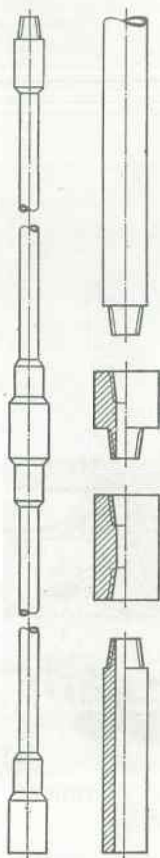
Do podnoszenia większych ciężarów, podobnie jak przy wierceniu udarowym, stosuje się wieże wiertnicze (rys. 62) z zawieszonymi na ich szczycie krążkami linowymi. Do wykonywania wszystkich czynności związanych z wierceniem stosuje się *wiertnice obrotowe*. Do wprowadzenia w ruch obrotowy przewodu wiertniczego służy *stół obrotowy (rotacyjny)* (rys. 63) wiertnicy. W stół ten wchodzi górna część przewodu rurowego o przekroju kwadratowym, czyli tzw. *graniatka* (cały przewód ma przekrój okrągły). Graniatka umożliwia popuszczanie przewodu w miarę wiercenia otworu.



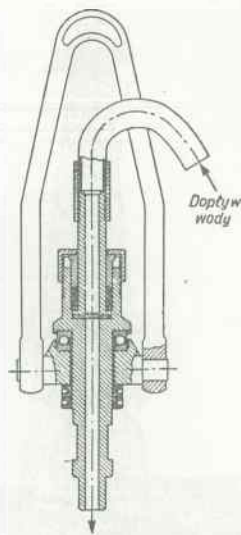
Rys. 58



Rys. 59



Rys. 60



Rys. 61

Rys. 58. Koronka śrutowa do wiercenia obrotowego

Rys. 59. Rdzeniówka — urządzenie do odrywania rdzeni

Rys. 60. Żerdzie płuczkowe do wiercenia obrotowego i ich łączenia z sobą

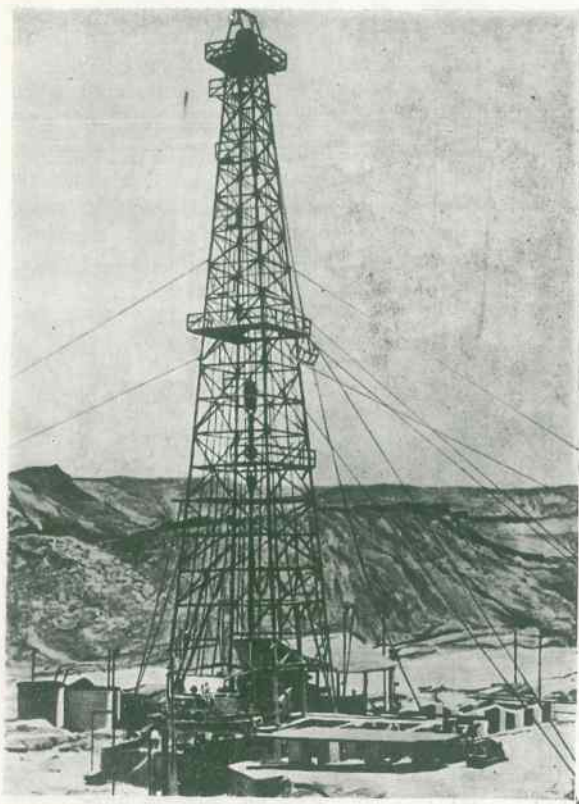
Rys. 61. Głowica płuczkowa

Omówione wyżej wieże wiertnicze oraz wiertnice wymagają długotrwałego i kosztownego montażu i transportu, toteż stosowanie ich uzasadnione jest tylko w przypadkach wiercenia bardzo głębokich otworów, trwającego kilka lub kilkanaście miesięcy. Do wierzeń średnio głębokich stosuje się obecnie przewożne wiertnice zmontowane na ciągnikach gąsienicowych (rys. 64 a) lub też samochodach (rys. 64 b). Pojazdy te przewożą równocześnie lekkie wieże wiertnicze spawane z rurek, przy czym wieże mogą być nie rozbierane (rys. 64 a) lub też rozbierane (rys. 64 b) na kilka części łatwych do montażu.

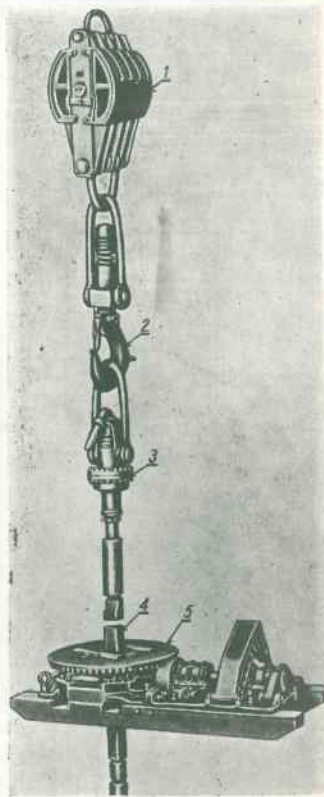
d. Usuwanie zwiercin przy wierceniach

W miarę wiercenia zarówno sposobem uderowym, jak i obrotowym zwierciny muszą być usuwane z otworu. Wykonać to można dwoma sposobami: przez łyżkowanie lub przez wypłukiwanie za pomocą wody.

Łyżkowanie polega na tym, że po wyciągnięciu przewodu wiertniczego z otworu zapuszcza się na linie przyrząd, zwany łyżką, której zadaniem jest usunięcie skruszonej skały z dna otworu. Łyżkę wykonuje się z rury zamykanej u dołu klapą lub kulą (patrz rys. 47 e). Dla ułatwie-



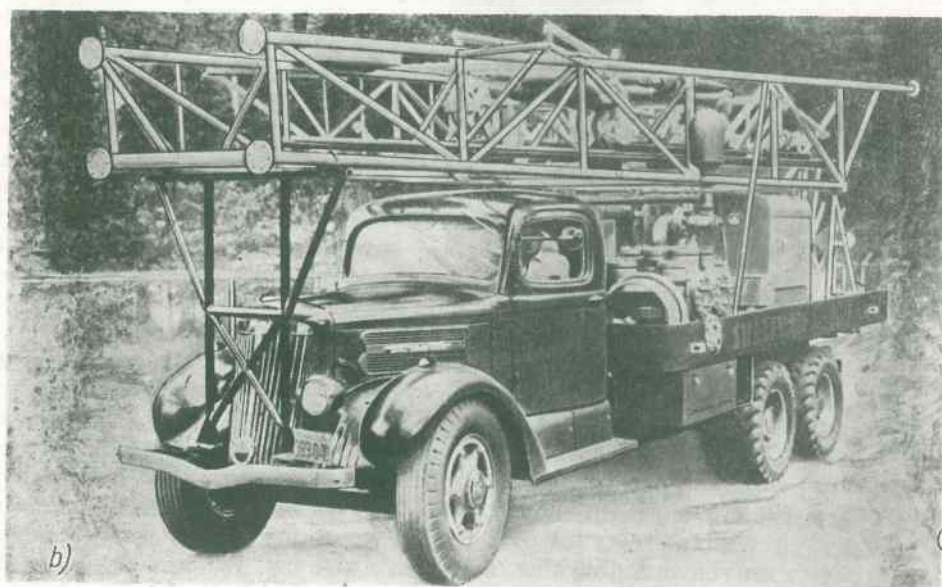
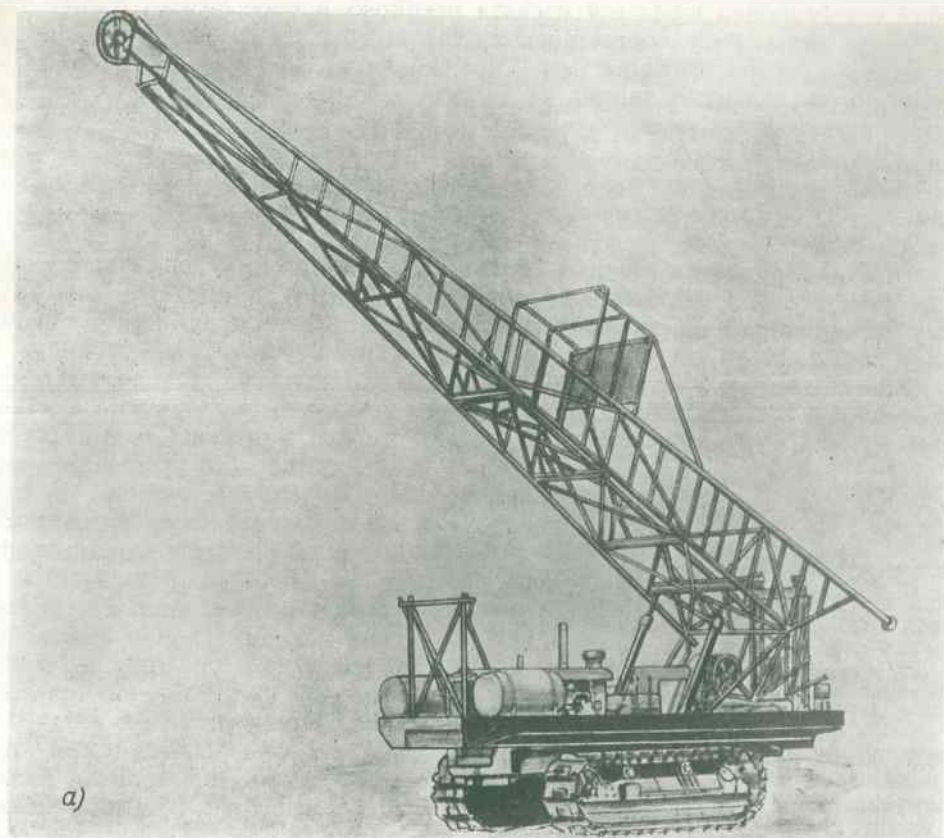
Rys. 62. Widok wieży wiertniczej i wiertnicy do wiercenia obrotowego



Rys. 63. Urządzenie do wiercenia obrotowego

nia łyżkowania wlewa się do otworu pewną ilość wody i to nawet w tym przypadku, gdy samo wiercenie prowadzone jest na sucho. Łyżkowanie stosuje się wyłącznie przy wierceniach uderowych.

Pluczka stosowana jest przy wierceniu uderowym, lecz przede wszystkim przy obrotowym. W tym przypadku cały przewód, obciążnik i świder mają kanał, którym doprowadza się wodę do dna otworu, tłocząc ją za pomocą pompy przez głowicę płuczkową (rys. 61 i 63). Prąd wody porywa z dna otworu skruszoną skałę i unosi ją do góry, wypływając między przewodem i rurkami otworu. Ten sposób usuwania urobku nosi nazwę *płuczki prawej* lub *normalnej* (rys. 65 a) w odróżnieniu od *płuczki lewej* lub *odwróconej* (rys. 65 b), przy której woda wtłaczana jest do rur ochronnych i wypływa przez żerdzie. Drugi sposób jest skuteczniejszy,



Rys. 64. Przewoźny agregat wiertniczy
 a — z wieżą nierozbieralną, b — z wieżą rozbieralną

gdyż wypływająca woda ma większą prędkość, a więc łatwiej unosi rozkruszoną skalę. Przy wierceniach za ropą i gazem zamiast czystej wody stosuje się jej mieszaninę z iłem (płuczka ilowa). Il dostając się do szczelin i porów skalnych zalepia je, a tym samym zapobiega rozmywaniu ścian otworu przez wodę.

e. Rurowanie otworów wiertniczych

Dla zabezpieczenia otworów przed obsypywaniem się ich ścianek, jak i w celu odciążenia wód ze skał wodonośnych do złoża kopaliny użytecznej stosuje się *rurowanie otworów*. W miarę pogłębiania otworów rury zapuszcza się za pomocą urządzeń znajdujących się w wiertnicy.

Zdarza się, że w czasie opuszczania rur zatrzymują się one wskutek skrzywienia otworu, złego obrobienia jego ścian, ich obsypywania się lub występowania plastycznych skał, które zaciskają otwór. Jeżeli przez wgniatanie lub pobijanie rur nie da się ich wcisnąć do otworu, trzeba zastosować *rozszerzanie otworów wiertniczych* za pomocą *rozszerzaczy*.

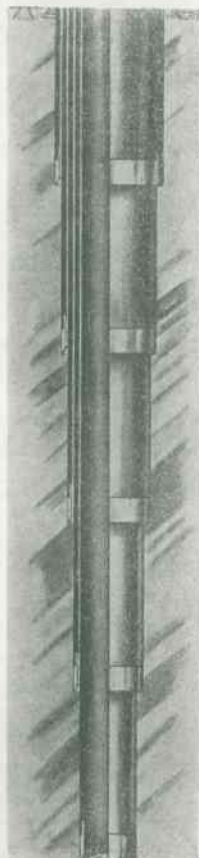
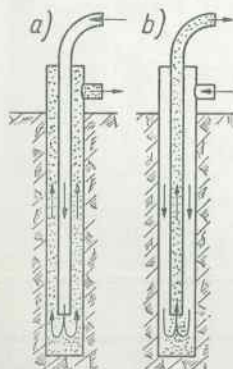
Jeżeli otwór ma być wiercony do dużej głębokości, to rozpoczyna się go większą średnicą i zgłębia się aż do chwili, gdy rury nie dają się już wciskać. Dalszą część otworu wierci się mniejszą średnicą i zapuszcza następną kolumnę rur (o mniejszej niż poprzednia średnicy), które wchodzi do kolumny pierwszej i sięgają aż do góry. W dalszym ciągu wiercenia można zastosować trzecią, czwartą itd. kolumnę rur, jak to pokazano na rys. 66.

Po ukończeniu wiercenia, jeżeli odwiert nie będzie służył do dalszej eksploatacji, należy rury wyciągnąć, gdyż mają one znaczną wartość.

Rys. 65 (u dołu). Zasada działania płuczki

a — o krążeniu prostym (prawym), b — o krążeniu odwrotnym (lewym)

Rys. 66 (z prawej). Układ rur okładzinowych przy rurowaniu głębokiego otworu

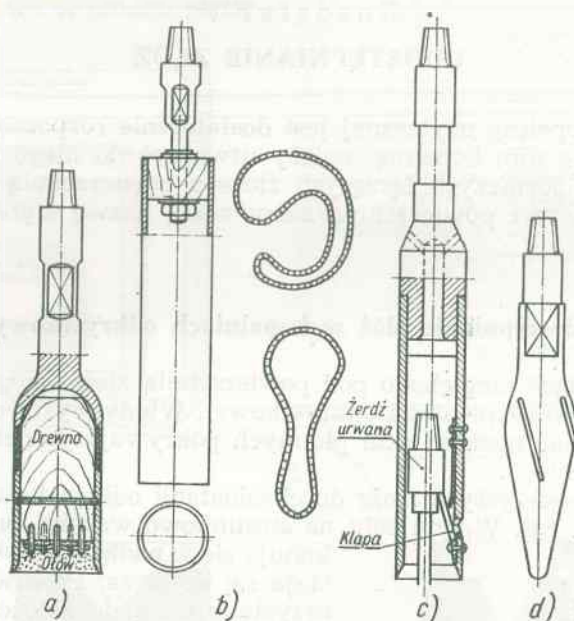


f. Wypadki wiertnicze

W czasie wiercenia otworów mogą zdarzyć się wypadki wiertnicze zakłócające normalny bieg pracy. Zalicza się do nich zasypanie lub zaciśnięcie świdra, urwanie się przyrządu wiertniczego lub przewodu, wpadnięcie do otworu kłucza, nakrętki lub innych przedmiotów, zgniecie rury itd. We wszystkich tych przypadkach otwór zostaje „zagwożdżony”, wobec czego zachodzi potrzeba przedsięwzięcia *robót ratunkowych*, czyli tzw. *instrumentacji*. Przyrządy

i narzędzia stosowane do tego celu można podzielić na badawcze, przygotowawcze i usuwające.

Przyrządy badawcze służą do odtworzenia stanu, w jakim znajduje się otwór po wypadku wiertniczym. Do tego celu służy np. krótka rura z wbitym do niej klockiem drewnianym, zalanym na końcu parafiną, smolą lub ołowiem (rys. 67 a). Gdy taki przyrząd postawi się na znajdującej się w otworze przeszkodzie, otrzymuje się jej odcisk, co umożliwia dobranie odpowiedniego przyrządu ratunkowego. W przypadku zgniecenia rur wciska się do nich szablon w postaci rury (rys. 67 b) z cienkiej blachy, który odtwarza stan zgniecenia rurowania.



Rys. 67. Przyrządy ratunkowe:

a — odcisk do badania urwanego narzędzia w otworze wiertniczym, b — szablon do odtwarzania zaciśnięcia rur w otworze wiertniczym, c — koronka z kłapą do chwytania urwanych żerdzi w otworze wiertniczym, d — gruszka do prostowania zgiętych rur w otworze wiertniczym

Przyrządy przygotowawcze mają za zadanie tak ustawić tkwiący w otworze przedmiot, aby możliwe było ujęcie.

Przyrządy usuwające można podzielić na chwytające, czyli służące do ujęcia tkwiącego w otworze przedmiotu, np. koronka z kłapą (rys. 67 c) do chwycenia żerdzi, oraz prostujące, czyli służące do wyrównywania zgniecionych rur. Do tych ostatnich zalicza się między innymi gruszkę (rys. 67 d), której średnica jest o kilka milimetrów mniejsza od wewnętrznej średnicy prostowanych rur.

Poszukiwania robotami wiertniczymi, jak to wspomniano na wstępie, są kosztowne, jednak w razie odnalezienia złoża opłacają się całkowicie.

Rozdział V

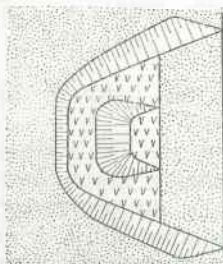
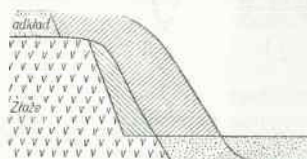
UDOSTĘPNIANIE ZŁÓŻ

Gdy złóż kopaliny użytecznej jest dostatecznie rozpoznane i zdecydowano założyć na nim kopalnię, należy utworzyć do niego dostęp za pomocą wyrobisk górniczych łączących złóż z powierzchnią ziemi. Wyrobiska łączące złóż z powierzchnią ziemi noszą nazwę *wyrobisk udostępniających*.

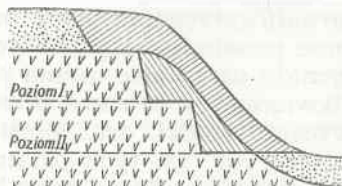
9. Udostępnianie złóż w kopalniach odkrywkowych

Złóża zalegające niegłęboko pod powierzchnią ziemi mogą być uznane za nadające się do eksploatacji odkrywkowej. Wtedy wystarczy na pewnej przestrzeni usunąć nadkład skał płonnych pokrywających złóż, aby uzyskać dostęp do niego.

W okolicach górzystych złóż do eksploatacji odkrywkowej udostępnia się *wcinką* (rys. 68). W tym celu na stosunkowo wąskiej przestrzeni wykonuje się w nadkładzie wyrobisko i dostaje się do złóż. Po otwarciu dostępu przystępuje się do założenia poziomów (rys. 69) nieodzownych do dalszej eksploatacji złóż. Dalsze usuwanie nadkładu prowadzone w trakcie wybierania złóż zalicza się do robót przygotowawczych. W okolicach nizinnych złóż do eksploatacji odkrywkowej udostępnia



Rys. 68. Udostępnienie złóża *wcinką*

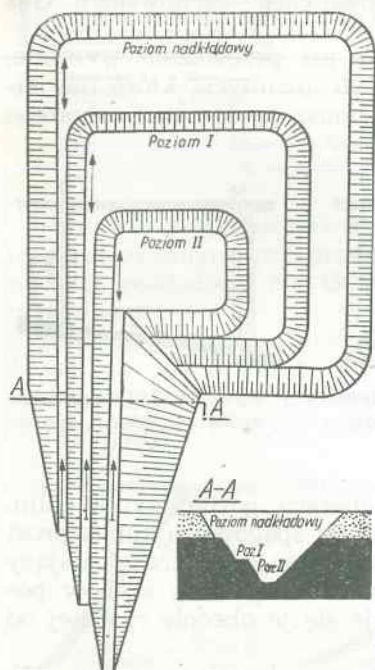


Rys. 69. Założenie poziomów w złóża zalegającym w zboczu górskim

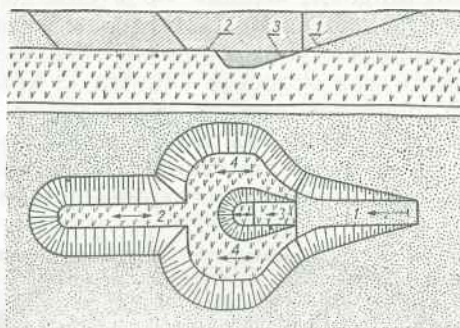
się *wykopami pochyłymi* (rys. 70). W tym celu z powierzchni ziemi aż do złóż wykonuje się najpierw wykop pochyły 1, a następnie wykop 2 równoległy do stropu złóż. Po otwarciu dostępu przystępuje się do założenia pierwszego poziomu w złóż. W tym celu przedłuża się wykop po-

chyły o odcinek 3 i wgłębia się w złożę o wysokość poziomu. Wgłębianie to pociąga jednak za sobą konieczność rozszerzenia wyrobiska nadkładowego 4, tak aby skarpy nadkładu były oddalone na pewną bezpieczną odległość od skarp wyrobiska złożowego. Rozszerzenie to powinno również umożliwić urabianie i transport urobku z przodków nadkładowych.

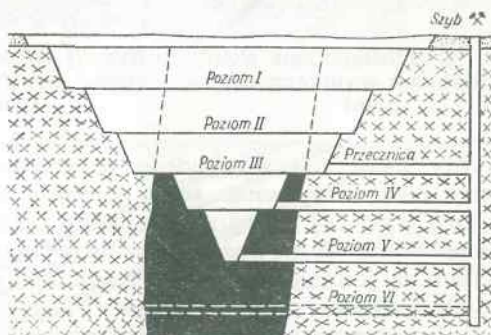
Przy udostępnianiu w złożu niższego poziomu można do niego prowadzić wykop pochyły bądź to z istniejącego poziomu wyższego, bądź też osobny wykop pochyły z powierzchni ziemi. Wykopy prowadzące z powierzchni ziemi do poszczególnych poziomów najczęściej umieszcza się obok siebie (grupowo) z boku (rys. 71) lub też w środku złoża.



Rys. 71. Udostępnienie kilku poziomów wykopami grupowymi prowadzonymi z powierzchni ziemi



Rys. 70. Udostępnienie złoża wykopem pochyłym



Rys. 72. Udostępnianie górnych poziomów wykopami, dolnych zaś szybem i przecznicami

Przy złożach zalegających tuż pod powierzchnią ziemi, lecz stromo zapadających, pierwsze poziomy (np. I i II — rys. 72) udostępnia się wykopami, następne zaś poziomy (np. III, IV, V, VI) — udostępnia się szybem i przecznicami.

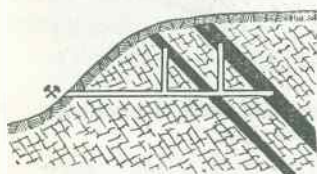
Urabianie przy udostępnianiu w kopalniach odkrywkowych prowadzi się najprostszymi urządzeniami i maszynami (omówionymi w rozdz. VII).

10. Udostępnianie złóż w kopalniach podziemnych

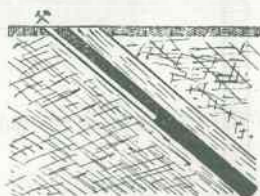
W większości przypadków złoża kopalin użytecznych zalegają głęboko pod powierzchnią ziemi, a zatem muszą być eksploatowane podziemnie. Wtedy dla udostępniania złoża konieczne jest wykonywanie podziemnych wyrobisk górniczych.

W miejscowościach górzystych lub pagórkowatych złoża można udostępnić za pomocą *sztolni* (patrz rys. 43). Czasami stosuje się *sztolnie* w połączeniu z *szybikami ślepyimi*¹⁾ (rys. 73). Jeżeli *sztolnia* stanowi najniższy poziom kopalni, ułatwia ona odprowadzanie wody, zmniejszając do minimum koszty odwadniania. Poza tym w przypadku udostępnienia złoża za pomocą *sztolni* upraszcza się transport urobku kopaliny użytecznej i skał płonnych. Dlatego też dawniej, dopóki złoża w górnych partiach nie były jeszcze wyczerpane, udostępnienie za pomocą *sztolni* stosowano często. Istnieją *sztolnie* w Zagłębiu Mansfeldzkim dochodzące do 32 km długości; *sztolnie* we Freibergu dochodzą do 48 km, w Harzu — 24 km, w okolicach Marsylii — 15 km. W Polsce najdłuższe *sztolnie* są w kopalniach rudy cynkowo-ołowianej w okolicach Tarnowskich Gór (6,5 km) oraz okolicach Olkusza (3 km).

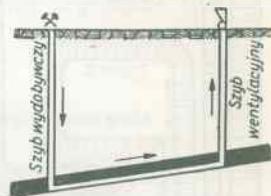
W obecnych czasach górne partie złóż są już przeważnie wybrane, a poza tym wiele złóż zalega w miejscowościach nizinnych, które nie nadają się do założenia *sztolni*. Okoliczności te zmuszają do coraz szerszego stosowania *szybów* w celu udostępniania złóż.



Rys. 73. Udostępnianie złoża *sztolnią* z *szybikami ślepyimi*



Rys. 74. Udostępnienie złoża *szybem pochylým*



Rys. 75. Udostępnienie złoża *szybami pionowymi*

Gdy złożo ma wychodnię w granicach obszaru górniczego kopalni, wtedy można wykonać *szyb pochyły* w skałach spagowych lub wprost w złożu (rys. 74). W tym przypadku od razu otrzymuje się urobek dający pewne zyski. Ponieważ koszty utrzymania przez długi czas *szybów pochyłych* są jednak bardzo duże, dlatego stosuje się je obecnie rzadziej od innych sposobów udostępniania.

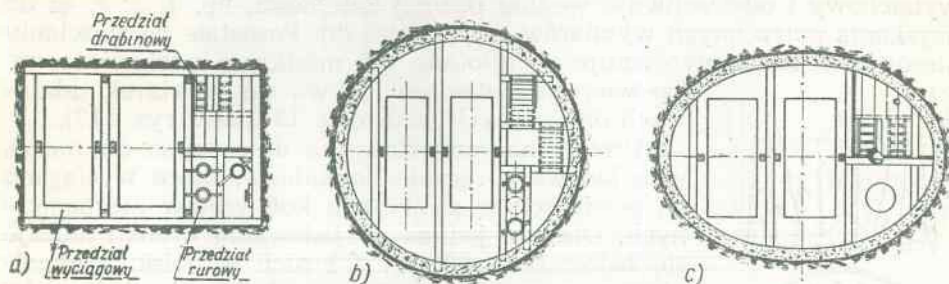
Najczęstszym sposobem udostępniania złóż są *szyby pionowe* (rys. 75). Zaletami ich są mniejsze koszty utrzymania i duża zdolność wydobywczą, gdyż łatwo w nich stosować duże prędkości przy wyciąganiu urobku.

Ze względu na konieczność doprowadzenia powietrza do kopalni trzeba mieć przynajmniej dwa połączenia z powierzchnią ziemi: jedno dla doprowadzenia powietrza świeżego, drugie dla odprowadzenia zużytego. Połączenia te mogą być wykonane za pomocą jednakowych (np. dwa *szyby pionowe*) lub odmiennych wyrobisk (np. *sztolnia* i *szyb*). Przy połączeniu z powierzchnią za pomocą dwóch *szybów* głębszy *szyb* jest zwykle *wydobywczym* i oprócz tego *wdechowym* dla powietrza, płytszy zaś — *wydechowym*, czyli *wentylacyjnym*.

Przekrój *szybu* może być czworoboczny (rys. 76 a) lub okrągły (rysunek 76 b), znacznie rzadziej natomiast wieloboczny lub eliptyczny (rysunek 76 c). Kształt *czworoboczny* stosuje się przy obudowie drzewnej, wtedy gdy *szyb* ma istnieć krótki okres czasu lub gdy ma on znaczenie podrzędne. Obecnie najczęściej stosuje się *okrągły* kształt *szybów*, a to

¹⁾ *Szybikiem ślepyim* nazywa się *szyb* nie wychodzący na powierzchnię ziemi, lecz łączący dwa poziomy wewnątrz kopalni.

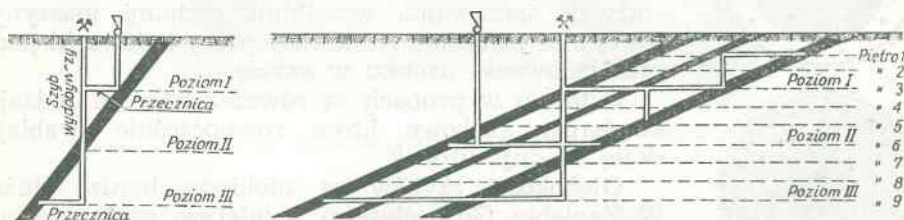
ze względu na łatwość zgłębiania i utrzymania; obudowa ich jest zwykle murowa, betonowa lub żelbetowa, rzadziej (w skałach wodonośnych) — stalowa. W większości przypadków udostępnienie złoża tylko szybem pionowym nie wystarcza. Wtedy stosuje się szyby w połączeniu z innymi wyrobiskami, najczęściej z przecznicami.



Rys. 76. Różne przekroje szybów o obudowie
a — drewnianej, b — murowej, c — betonowej

Szyby z przecznicami (rys. 77) stanowią połączenie wyrobiska pionowego z poziomym, przeprowadzonym w skałach płonnych w poprzek uławicenia pokładów. Na Górnym Śląsku przecznice nazywane są często przekopami.

W złożach zalegających nieregularnie, przeciętych uskokami i pofałdowanych, jak również składających się z dużej ilości pokładów, stosuje się udostępnienie za pomocą szybu z przecznicami i szybikami (rys. 78). W tym celu na różnych poziomach drąży się przecznice i inne wyrobiska.



Rys. 77 (z lewej). Szyby z przecznicami

Rys. 78 (z prawej). Szyby z przecznicami i szybikami ślepyymi

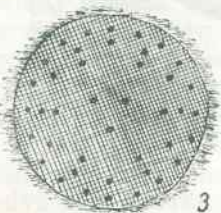
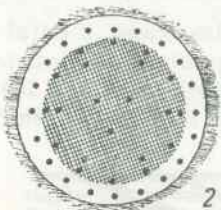
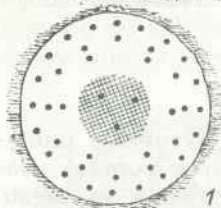
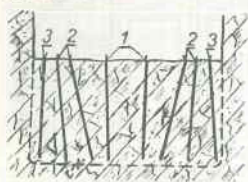
Wybieranie złoża rozpoczyna się od poziomu najwyższego, przy czym urobek opuszcza się z wyżej położonych partii złoża danego poziomu, czyli *pięter*. Rzadziej wyciąga się urobek na dany poziom z partii (pięter) dolnych. Po wyeksploatowaniu poziomu górnego zakłada się następny niższy poziom. Numerację poziomów prowadzi się od góry; często również oznacza się poziom ich głębokością pod powierzchnią ziemi, np. poziom 360 m oznacza, że jest on założony na głębokości 360 m pod powierzchnią.

11. Zgłębianie i obudowa szybów

Zgłębianie i obudowa szybów w warstwach wodonośnych, a więc w kurawkach (miątkich, ciekłych piaskach) i w skałach szczelinowatych należy do najtrudniejszych robót górniczych. Znacznie natomiast łatwiejsze jest zgłębianie szybów w skałach zwięzłych i suchych.

a. Szyby w skałach zwiezłych i suchych

Szyby w skałach zwiezłych i suchych zgłębia się w ten sposób, że po usunięciu warstw nadkładu wierci się szereg koncentrycznie rozmieszczonych otworów picinowych lub skośnych, ładuje się do nich materiał wybuchowy i odstrzeliwuje według pewnej kolejności, np. 1, 2, 3, aż do uzyskania potrzebnych wymiarów szybu (rys. 79). Pozostałe po strzelaniu nierówności ścian wyrównuje się kilofami lub młotkami mechanicznymi.



Rys. 79. Kolejność strzelania otworów przy zgłębianiu szybów

Do wiercenia otworów używa się wiertarek udarowych omówionych w ustępie 13 (patrz rys. 117).

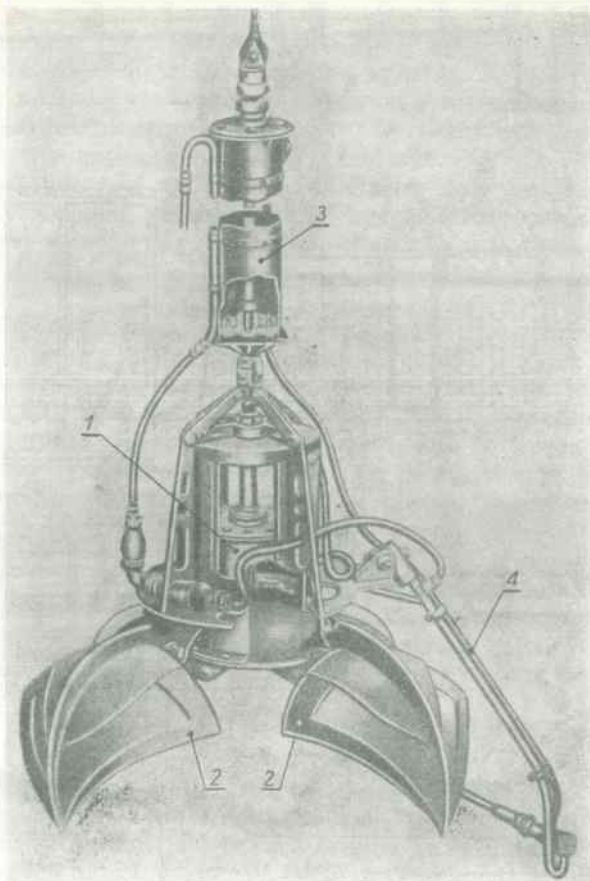
Urobek nagromadzony na dnie szybu do niedawna ładowano ręcznie do kubłów, które wyciągano na powierzchnię za pomocą kołowrotów mechanicznych. Obecnie jednak do ładowania urobku stosuje się ładowarki szybowe, a z nich w polskich kopalniach najbardziej rozpowszechniła się ładowarka chwytakowa pneumatyczna. Ładowarka ta (rys. 80) składa się z chwytaka wykonanego w postaci kadłuba, wewnątrz którego mieści się cylinder pneumatyczny 1 z tłokiem do zamykania czterech szczęk 2, z podnośnika utworzonego z cylindra pneumatycznego 3 z tłokiem do podnoszenia chwytaka na wysokość do 2 m ponad urobek, z zawiesia i liny, służących do zawieszania ładowarki na pomoście roboczym lub belce rozpartej między obudową szybu, oraz z ramy sterowniczej 4, zawierającej zawory i przewody prowadzące do obu cylindrów. Rama ta służy do operowania wszelkimi ruchami maszyny. Na rys. 81 pokazano różne fazy pracy ładowarki podczas ładowania urobku w szybie.

Ostatnio w próbach są również różnego rodzaju kombajny szybowe, które równocześnie urabiają skalę i ładują urobek.

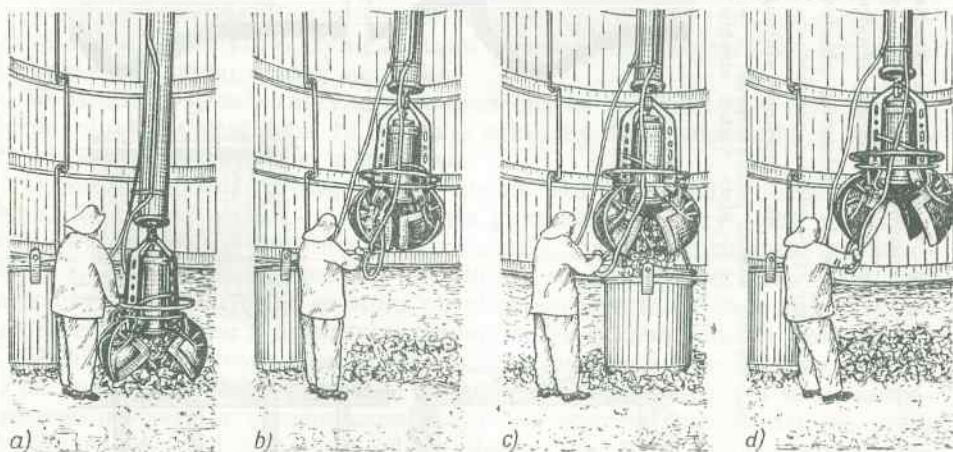
Głębokości szybów są niekiedy bardzo duże. W Zagłębiu Górnośląskim najgłębsze szyby dochodzą do 800 m głębokości, w Zagłębiu Ruhry (Niemcy) — do 1200 m, jeszcze głębsze szyby spotyka się w niektórych kopalniach rudy, np. Przybram w Czechosłowacji — 1500 m, kopalnie miedzi w północnej Ameryce — 1800 m, kopalnie złota w Afryce południowej — 2700 m. Utrzymanie tak głębokich wyrobisk bez odpowiedniego wzmocnienia, czyli obudowy, jest nie do pomyślenia nawet w bardzo zwiezłych i mocnych skałach. Obudowa może być drewniana lub murowa (tj. murowana z cegieł, betonowa albo żelbetowa) oraz stalowa.

Obudowę drewnianą (rys. 82) stosuje się w szybach małej głębokości lub też jako tymczasową, przed omurowaniem. Pomijając małą wytrzymałość i krótkotrwałość obudowy drewnianej, jest ona niebezpieczna ze względu na pożar.

Obudowę murowaną (rys. 83) wykonywana jest z cegieł na zaprawie cementowej; grubość muru 2 do 3 cegły. Obudowę szybów można prowadzić dwójako: albo zgłębia się szyb na całą jego głębokość i dopiero wówczas omurowuje się, albo też zgłębia się częściami (np. co 30 do 40 m)



Rys. 80. Pneumatyczna ładowarka chwytakowa



Rys. 81. Ładowanie urobku ładowarką chwytakową w szybie

a — zaczerpywanie urobku, b — podnoszenie i przesuwanie chwytaka nad kubel, c — opróżnianie chwytaka do kubła, d — przesuwanie i opuszczanie chwytaka na urobek

Rys. 82. Drewniana obudowa szybów

a — wieńcowo-słupkowa, b — wieńcowa pełna

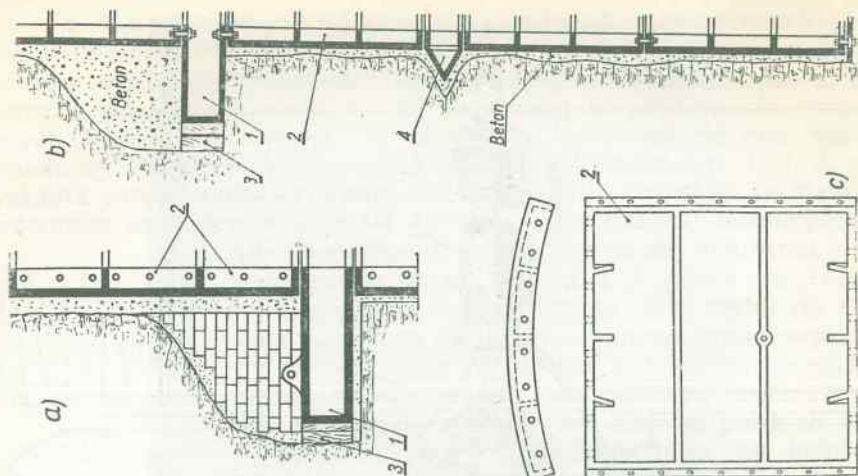
Rys. 83. Muriwana obudowa szybów

Rys. 84. Betonowa obudowa szybów

1 — deskowanie, 2 — wieńiec podstawowy, 3 — obudowa tymczasowa

Rys. 85. Obudowa stalowa szybów

a — zaklinowanie wieńca podstawowego, b — obudowa stalowa zawieszona, c — płyta wieńca obudowy (tubing)



Rys. 82

Rys. 83

Rys. 84

Rys. 85

i bezpośrednio po tym omurowuje. Omurowanie szybu w całości możliwe jest tylko przy niedużej jego głębokości (przeciętnie do 100 m) i dostatecznie wytrzymałych skałach. Przy obu sposobach omurowania trzeba zwracać uwagę na należyte wykonanie tzw. *wieńca podstawowego* 1, który spełnia rolę fundamentu dla obudowy. Musi on być założony w skałach zwięzłych, nie spękanych i wytrzymałych.

Obudowa betonowa, a zwłaszcza żelbetowa jest znacznie wytrzymałsza od obudowy z cegieł, przez co może być znacznie cieńsza. Przy obudowie betonowej stosuje się bądź to *beton ubijany* poza deskowaniem (rys. 84), bądź też specjalne kamienie wykonane z betonu lub żelbetu, tzw. *betonity*.

W miejscach, gdzie przy skałach zwięzłych występuje znacznie większy przyływ wody, który należy szczelnie zamknąć, używa się do obudowy gotowych segmentów stalowych, tworzących bądź to wieńce podstawowe 1 (rys. 85), bądź też wieńce obudowy 2. Dla uszczelnienia wieńców wkłada się między segmenty ołowianą blachę i skręca się je z sobą śrubami. Wieńiec podstawowy 1 dokładnie zaklinowuje się klinami 3 z miękkiego drewna, po czym przystępuje się do ustawienia (rys. 85 c) uszczelnienia i skręcenia wieńców obudowy 2.

Obudowę stalową w szybach można wykonywać również od góry do dołu (rys. 85 b). Dla zmniejszenia ciężaru zawieszanej obudowy w pewnych odległościach ustawia się wieńce pośrednie 4 wchodzące w skałę. Po założeniu wieńców wypełnia się betonem przestrzeń między nimi a skałą.

b. Szyby w skałach zwięzłych o dużym dopływie wody

W skałach zwięzłych, lecz spękanych i silnie wodonośnych, zgłębianie szybów zwykłym sposobem jest bardzo trudne ze względu na konieczność pompowania dużych ilości wody. W tych przypadkach zgłębianie prowadzi się albo za pomocą wiercenia szybów bez pompowania wody, albo przez cementowanie skał otaczających szyb.

Wiercenie szybów średnicy 5 do 6 m *sposobem udarowym* po raz pierwszy zastosowano w Westfalii w 1894 r. Polega ono na tym, że ciężka rama (8 do 30 T) z wymiennymi dłutami uderza o dno szybu i kruszy skałę. Urobek z dna szybu usuwa się łyżką.

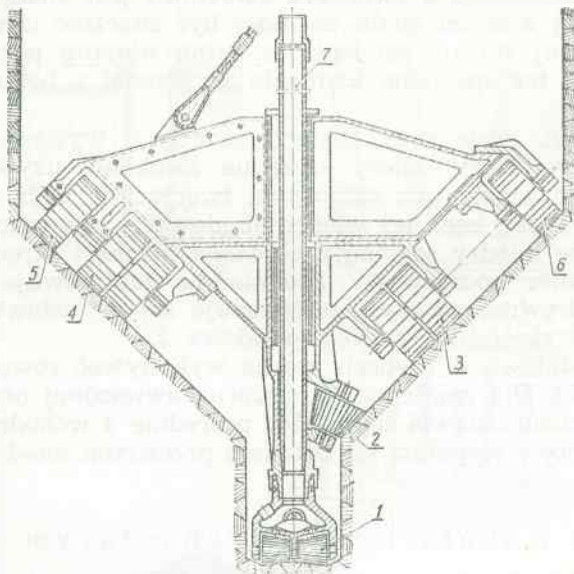
W ostatnich latach zaczyna rozpowszechniać się wiercenie szybów *sposobem obrotowym*. Znane tu są dwie odmiany tego wiercenia, a mianowicie: pełnotworowe oraz rdzeniowe.

Odmianę pełnotworową stosuje się do skał miękkich i niezbyt zwięzłych. Wierci się tu za pomocą wiertła gryzakowego 1 (rys. 86), a następnie powstały otwór średnicy 1 m rozszerza się rozszerzaczami gryzakowymi 2, 3, 4, 5 i 6 do średnicy 6,0 do 6,5 m. Obrót wiertła wraz z rozszerzaczami uzyskuje się ze stołu obrotowego wiertnicy za pomocą żerdzi rurowych 7. Urobek z dna szybu usuwa się za pomocą płuczki łożowej.

Odmianę rdzeniową stosuje się do skał twardych. Początkowo wiercono za pomocą korony wykonanej w postaci walca z miękkiej stali, zaopatrzonego u spodu w ukośne kanały. Na dno otworu doprowadza się przewodem rurowym i kanałami śrut stalowy. Pod wpływem ciężaru przewodu wiertniczego śrut miażdży się, a jego okruchy, wciskając się w wałeczek korony, urabiają skałę. Prąd wody płuczki unosi urobek.

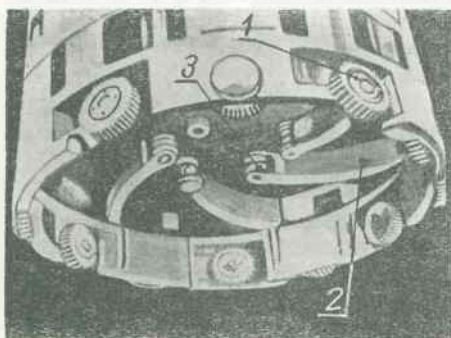
Obecnie jednak do wiercenia rdzeniowego stosuje się walce wydrązo-

ne, których dolny pierścień zaopatruje się w dwanaście gryzaków 1 (rysunek 87). Obracający się pierścień żłobi skalę pozostawiając rdzeń. Rdzeń ten jest następnie podcinany dźwigniami 2 zaopatrzonymi we frezy 3, odrywany i wynoszony na powierzchnię. W ten sposób można wykonywać szyby średnicy 3,5 m i osiągać postęp w łupkach do 1,5 m/godz, a w piaszczakach do 0,8 m/godz.



Rys. 86. Urządzenie do wiercenia szybów pełnym otworem

Po przewierceniu skał wodonośnych opuszcza się do szybu obudowę stalową wodoszczelną. Obudowa taka składa się z pierścieni wysokości 1 do 2 m z kołnierzami wewnętrznymi, które łączy się z sobą śrubami 1

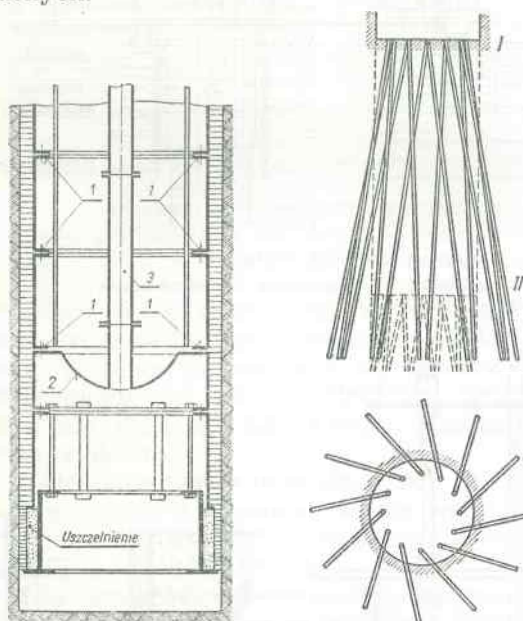


Rys. 87. Urządzenie do rdzeniowego wiercenia szybów

(rys. 88) i uszczelnia podkładami ołowianymi. W dolnej części obudowy zatrzymuje się dopływ wody za pomocą uszczelnienia z mchu i betonu. Pierścienie łączy się na powierzchni ziemi, całą zaś obudowę zawiesza się na łańcuchach. Dla zmniejszenia ciężaru obudowy przytwierdza się do drugiego od dołu pierścienia wypukłe dno 2 z rurą 3. Przy takim urządzeniu obudowa pływa w wodzie. Żeby zmusić ją do zanurzenia się, trzeba wlać do środka odpowiednią ilość wody, co wykonuje się za pomocą kurków znajdujących się w rurze środkowej.

Po przejściu warstw wodonośnych wypełnia się betonem przestrzeń między obudową i skalą, a wodę wypompowuje się z szybu przez rurę 3. Po odkręceniu wypukłego dna 2 przystępuje się do dalszego zgłębiania szybu zwykłym sposobem.

Cementowanie polega na wtłaczaniu do szczelin skał wodonośnych mleka cementowego, dzięki czemu po stwardnieniu cementu skały stają się wodoszczelne. Sposób ten po raz pierwszy zastosowano we Francji w 1900 r. Zgłębianie szybu tym sposobem prowadzi się następująco: Gdy roboty zbliżają się do skał wodonośnych na odległość 4 do 5 m, wstrzymuje się zgłębianie szybu i z dna jego wierci się szereg skośnych otworów I (rys. 89) długości równej co najmniej trzykrotnej średnicy szybu; do otworów tych wtłacza się pod ciśnieniem mleko cementowe. Po upływie 4 do 5 dni, gdy cement dostatecznie stwardnieje, rozpoczyna się zgłębianie szybu zwykłym sposobem. W odległości 4 do 5 m od końca zacementowanej partii skał przerywa się zgłębianie szybu, po czym wierci się nową serią otworów II, powtarzając cementowanie aż do osiągnięcia skał suchych.



Rys. 88 (z lewej). Obudowa stalowa opuszczana

Rys. 89 (w środku). Otwory do cementowania skał przy zgłębianiu szybów

Rys. 90 (z prawej). Wbijana obudowa drewniana szybów
1 — wieniec, 2 — okładziny

Zamiast cementowania stosuje się również glinizację lub bitumizację skał za pomocą zawiesiny gliny w wodzie lub też bitumów ogrzanych do stanu ciekłego.

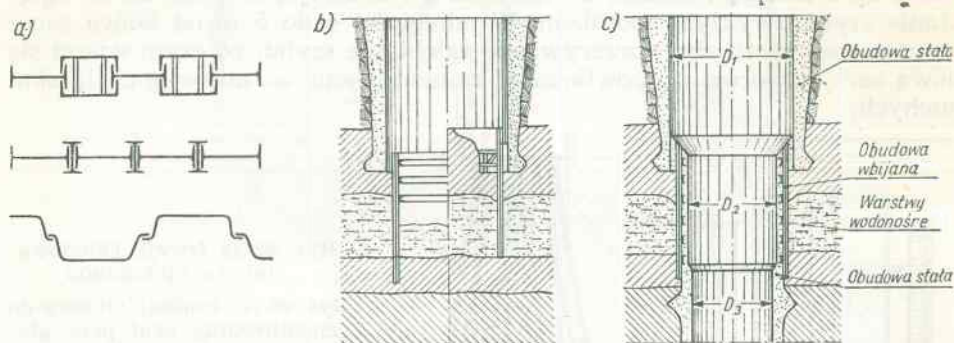
c. Szyby w skałach ciekłych

Zgłębianie szybów w skałach ciekłych (kurzawkach), składających się z mieszaniny małego piasku, gliny i wody, jest jeszcze trudniejsze aniżeli w skałach szczelinowatych, gdyż kurzawka z łatwością wdiera się do szybu i uniemożliwia w nim wszelką pracę. Cementowanie piasku nie doprowadza do pożądanych rezultatów, dlatego należy stosować tutaj inne sposoby zgłębiania. Sposobami tymi są: obudowa wbijana, obudowa opuszczana, zamrażanie lub stabilizacja skał.

Zgłębianie za pomocą obudowy wbijanej polega na wbijaniu na obwodzie dna szybu desek (okładzin) długości 1 do 1,5 m i grubości 3 do 5 cm (rys. 90), które tworzą szczelną ściankę. W miarę wbijania okładzin wy-

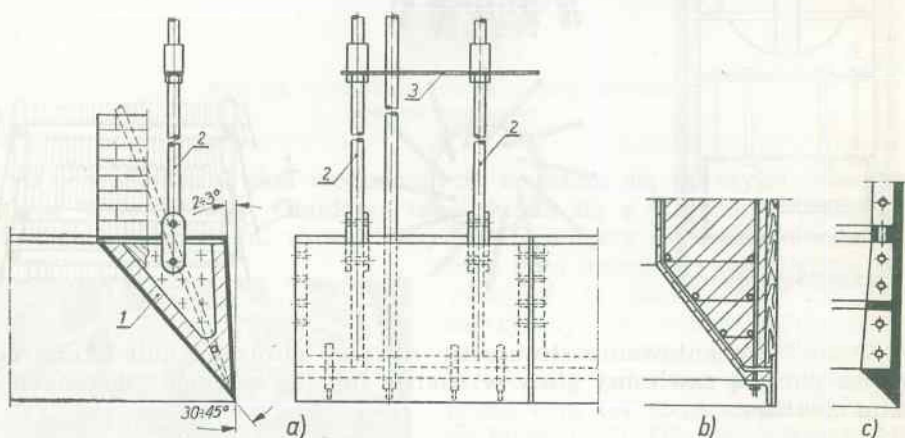
biera się z dna szybu kurawkę, jeżeli jej ciśnienie nie jest duże. Gdy natomiast pod wpływem ciśnienia kurawka jest wyciskana z dołu do góry, wtedy należy obudować również dno szybu. Wybieranie kurawki prowadzi się w tym przypadku ostrożnie, zaczynając od środka dna szybu.

Znacznie częściej zamiast desek stosuje się okładziny ze stalowych kształtowników (rys. 91 a), które wbija się pionowo na obwodzie dna szybu (rys. 91 b). Wadą tych okładzin jest konieczność zmniejszenia średnicy szybu w miarę zakładania następnego rzędu kształtowników.



Rys. 91. Wbijana obudowa stalowa szybów

a — kształtowniki do ścianek szczelnych, b — wbijanie kształtowników, c — założenie obudowy stałej



Rys. 92. But obudowy opuszczanej

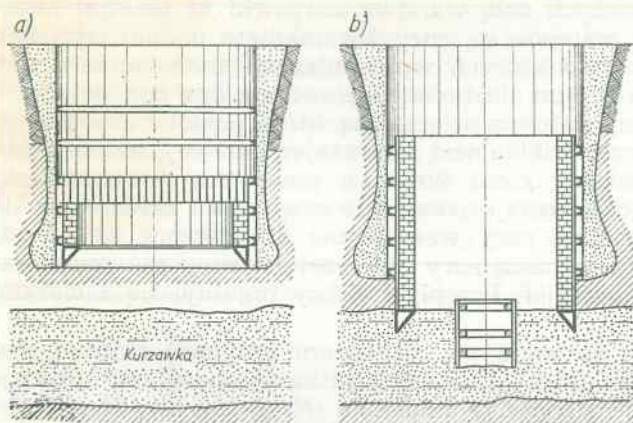
a — murowej, b — żelbetowej, c — stalowej

Szyby zgłębione obudową wbijaną trzeba natychmiast obudować wewnątrz obudową stałą (rys. 91 c).

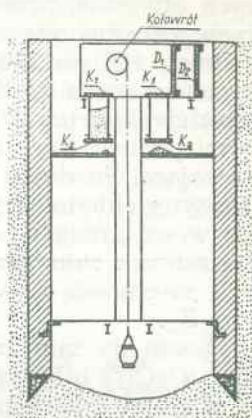
Zgłębianie z obudową opuszczaną polega na wykonaniu szybiku pomocniczego, nie dochodzącego do poziomu kurawki, i obudowaniu go betonem lub murem. Na dnie tego szybiku ustawia się but stalowy (rysunek 92), na nim zaś wznosi się opuszczaną obudowę murowaną (rysunek 92 a), żelbetową (rys. 92 b) lub stalową (rys. 92 c).

Obudowę murowaną (rys. 93 a) lub żelbetonową wznosi się na poziomo ustawionym bucie 1, przy czym zewnętrzną stronę muru albo deskuje się, albo też pokrywa blachą lub zaprawą cementową w celu zmniejszenia

tarcia o skały. Przez całą wysokość muru daje się pręty 2 i pierścienie stalowe 3 dla lepszego związania obudowy. Gdy mur zostanie wzniesiony kilka metrów nad powierzchnię ziemi, przystępuje się do zgłębiania szybu, wybierając piasek lub kurzwkę z jego dna (rys. 93 b), przy czym



Rys. 93. Obudowa murowa opuszczana
a — przygotowanie obudowy, b — przechodzenie przez kurzwkę



Rys. 94. Obudowa opuszczana z komorą powietrzną

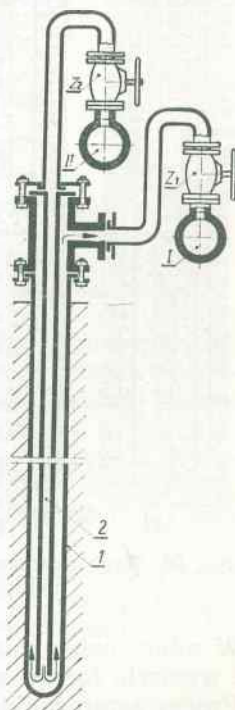
obudowa samoczynnie opuszcza się własnym ciężarem. Niekiedy zachodzi potrzeba dodatkowego obciążania obudowy lub wtłaczania jej za pomocą pras. W miarę opuszczania się obudowy nadmuruje dalsze jej partie. Obudowa opuszczana stalowa nie różni się od zwykłej wodoszczelnej obudowy stalowej.

Zgłębianie szybu przy obudowie opuszczanej można prowadzić z odpompowaniem wody lub bez pompowania. Po ukończeniu opuszczania obudowy osadza się ją na skale zwężej.

Dla umożliwienia ludziom przebywania na dnie szybu bez konieczności pompowania wody stosuje się obudowę opuszczaną z komorą powietrzną. Komora taka, należycie uszczelniona, znajduje się w dolnej części obudowy opuszczanej (rys. 94) i ma podwójne drzwi D_1 , D_2 dla umożliwienia ruchu ludzi i dostarczania materiałów oraz podwójne kłapy K_1 i K_2 dla usuwania urobku. Gdy jedna z tych klap lub drzwi jest otwarta, druga musi być zamknięta. Do komory doprowadza się powietrze sprężone, które równoważąc ciśnienie kurzwki umożliwia prowadzenie robót na dnie szybu.

Sposób ten pozwala na zgłębianie szybów płytzych, gdyż praca w powietrzu sprężonym o wysokim ciśnieniu, niezbędnym dla zrównoważenia większego słupa kurzwki lub wody, jest szkodliwa dla zdrowia.

Sposób ten pod nazwą robót kesonowych stosowany jest częściej w budownictwie wodnym przy wykonywaniu fundamentów pod wodą.



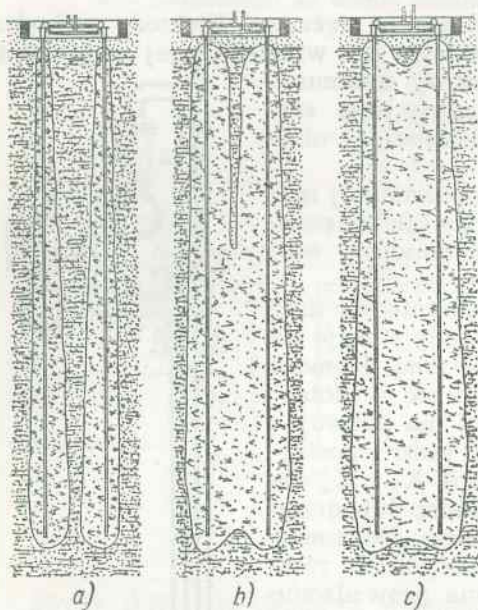
Rys. 95. Urządzenie do zamrażania skał ciekłych

Zamrażanie skał ciekłych umożliwia zgłębianie w nich szybu sposobem zwykłym. Po raz pierwszy zamrażanie skał przy zgłębianiu szybów zastosowano w 1883 r.

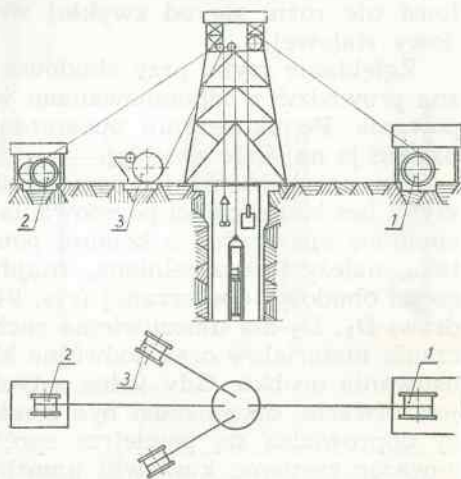
Prace wstępne polegają na wierceniu dookoła szybu szeregu pionowych otworów, przecinających całą warstwę kurzawki aż do skał zwietrzłych. Do otworów tych wstawia się rury 1 zamknięte u dołu (rys. 95), średnicy 100 do 200 mm, do których wprowadza się inne cienkie rury otwarte 2 średnicy 30 do 40 mm, dochodzące prawie do dna rur szerszych. Przez cienkie rury 2 tłoczy się ciecz oziębiającą, która powoli rurami szerszymi podnosi się ku górze, oziębiając i zamrażając na swej drodze skały otaczające. Po dojściu do góry ciecz wraca z powrotem do chłodzarki (maszyny chłodniczej), gdzie zostaje powtórnie oziębiona i skierowana do rur wewnętrznych. Wszystkie rury wewnętrzne 2 połączone są na powierzchni z chłodzarką za pomocą rury zbiorczej II, rury zaś zewnętrzne 1 za pomocą rury zbiorczej I. Przepływ cieczy reguluje się zaworami Z_1 i Z_2 .

Ciecze do zamrażania są wodnymi roztworami (ługami) chlorku wapnia (CaCl_2) lub magnezu (MgCl_2), których niską temperaturę uzyskuje się w chłodzarkach przez rozprężanie amoniaku (NH_3) lub dwutlenku węgla (CO_2).

Po uruchomieniu obiegu ługu oziębiającego skała zaczyna zamarzać w bezpośrednim sąsiedztwie rury oziębiającej, przy czym wskutek najniższej temperatury ługu w dolnej części rury najgrubsza powłoka lodu tworzy się od dołu (rys. 96 a), malejąc stopniowo ku górze.



Rys. 96. Fazy procesu zamrażania skał ciekłych



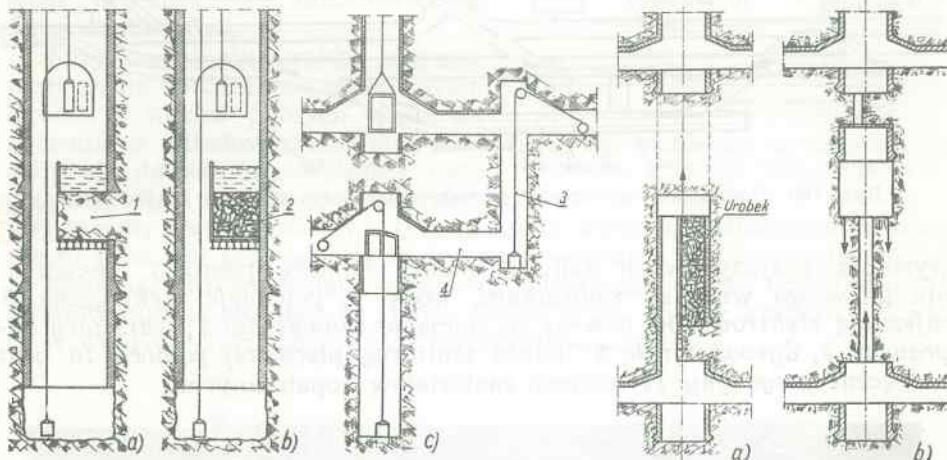
Rys. 97. Wieża wyciągowa do zgłębiania szybu

W miarę oziębiania poszczególne stożki lodowe rozszerzają się (rys. 96 b) i wreszcie łącząc się z sobą tworzą jedną zamarzniętą bryłę (rys. 96 c). Proces zamrażania trwa od 2 do 4 miesięcy. Gdy grubość płaszcza lodowego dookoła projektowanego szybu osiągnie 1 do 1,5 m, przystępuje się do jego zgłębiania zwykłymi sposobami. W czasie zgłębiania urządzenie chłodzące musi być czynne.

Ostatnio oprócz zamrażania stosuje się stabilizację (petryfikację) skał. Wykonuje się ją podobnie jak cementację, jednak zamiast cementu wprowadza się do otworów wiertniczych środki chemiczne, które wiążą z sobą rozproszone cząstki skalne w jedną całość.

Omówione wyżej sposoby przebijania szybów prowadzone są z powierzchni ziemi, a więc wtedy, gdy przebija się nowy szyb. Do wykonania prac związanych z przebijaniem ustawia się na powierzchni prowizoryczną wieżę wyciągową (rys. 97) wraz z niezbędnymi kołowrotami do wyciągania urobku 1, opuszczania elementów obudowy i materiałów 2, zawieszenia pomostu roboczego, pompy 3 itd.

Częstokroć jednak zachodzi potrzeba pogłębiania już istniejącego szybu w celu np. udostępnienia nowego poziomu eksploatacyjnego. Wtedy wydobywania w szybie nie można zatrzymać, a roboty udostępniające w szybie muszą być prowadzone równocześnie z ruchem klatek czy skipów. Pogłębianie można prowadzić z góry w dół lub też z dołu do góry.



Rys. 98 (z lewej). Różne sposoby pogłębiania istniejącego szybu z góry do dołu
a — z pozostawieniem półki skalnej, b — z zaporą, c — z dodatkowym szybikiem ślepy

Rys. 99 (z prawej). Sposoby pogłębiania istniejącego szybu z dołu do góry
a — całym przekrojem, b — wąskim szybikiem z następnym rozszerzeniem w dół

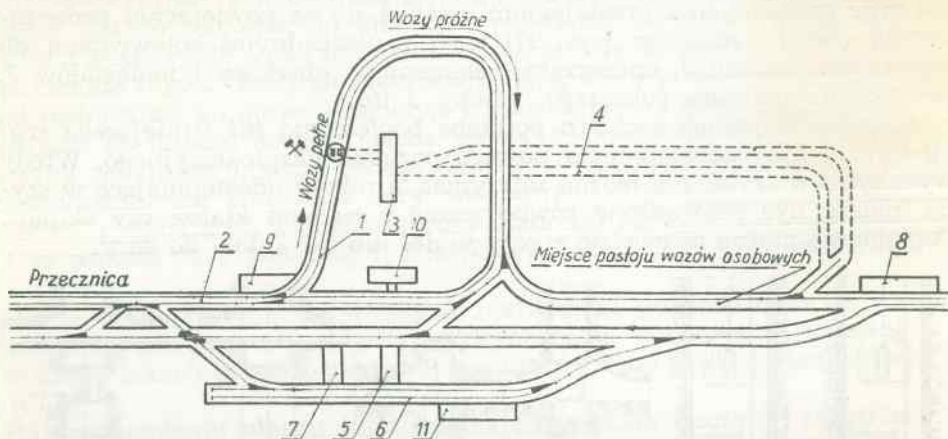
Przy pierwszym sposobie wykonuje się w rzapiu szybowym wąski szybik (rys. 98 a) i po pozostawieniu półki skalnej 1 głębszy szybik rozszerza się do potrzebnego przekroju szybu. Zamiast półki skalnej można również stworzyć zapórę 2 (rys. 98 b) z szyn, okrągłaków i kamieni. W obu przypadkach urobek wyciąga się na powierzchnię szybem wydobywczym. Korzystniej jest wykonać dodatkowy szybik ślepy 3 (rys. 98 c), dostać się pod istniejący szyb niewielką przecznicą 4 i głębiej dalej szyb zupełnie niezależnie.

Przebijanie szybu z dołu do góry można prowadzić albo całym przekrojem (rys. 99 a), albo też najpierw wykonać od dołu szybik o małym przekroju (rys. 99 b), a następnie roboty prowadzić z góry w dół.

12. Wykonywanie i obudowa wyrobisk przyszybowych

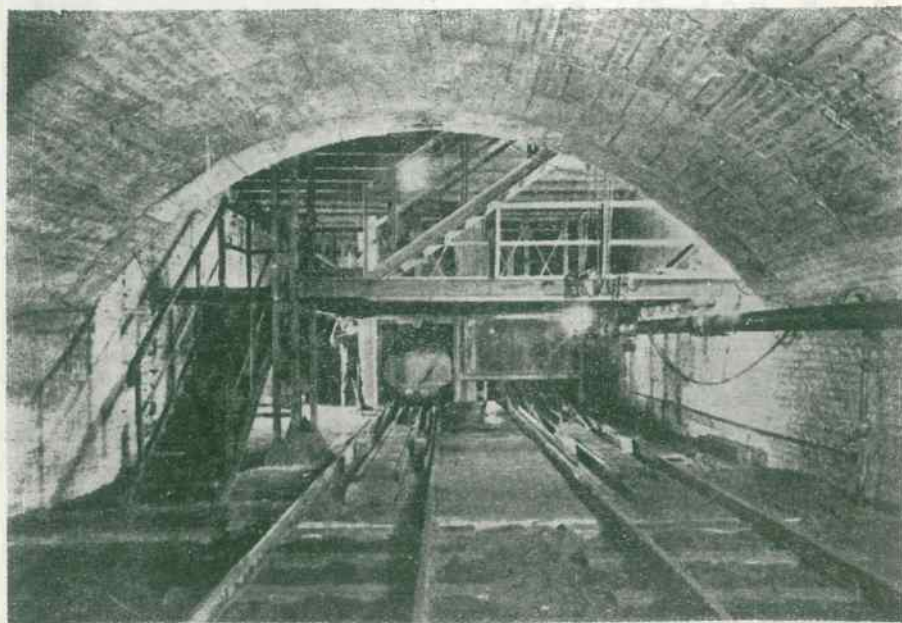
Wyrobiska na istniejącym poziomie, znajdujące się w bezpośredniej bliskości szybu, zalicza się do wyrobisk przyszybowych. Spośród wy-

robisk tych wyrobisko 1 bezpośrednio sąsiadujące z szybem nosi nazwę podszybia (rys. 100). Ma ono zasadnicze znaczenie przy szybach wyciągowych, gdyż tu odbywa się zmiana kierunku transportu urobku: z poziomego w przecznicy na pionowy w szybie. Dalej podszybie łączy się z rozszerzoną częścią przecznicy, która jest dworcem rozrządowym 2 ładownych i próżnych wozów pod ziemią. Nadto do



Rys. 100. Podziemne wyrobiska przyszybowe przy wyciągu klatkowym

wyrobisk przyszybowych zaliczyć należy komorę pomp 3 odwadniania głównego wraz ze zbiornikami wody 4, podstacje elektryczne 5, zajezdnie elektrowozów 6 wraz ze stacją prostowników 7, warsztaty naprawcze 8, dyspozytornię 9, punkt sanitarny pierwszej pomocy 10 oraz podręczne magazyny 11 różnych materiałów kopalnianych.



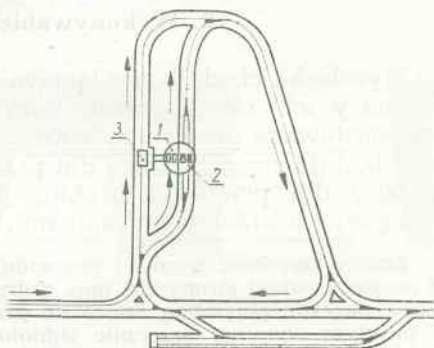
Rys. 101. Widok podszybia przy wyciągu klatkowym w kopalni węgla

a. Podszybia

Wymiary i urządzenia podszybia zależą od wielkości kopalni, a głównie od ilości urobku przechodzącego przez szyb oraz od sposobu transportowania urobku szybem.

Przy ciągnięciu urobku w wozach klatkami szerokość podszybia przytykającego do szybu i liczba torów zależy od ilości czynnych przedziałów wyciągowych. Przy dwóch przedziałach wystarczają dwa tory (rys. 101), przy czterech potrzeba czterech torów. Wysokość podszybia powinna być taka, aby można było odbierać z klatek przedmioty dużej długości (np. szyny, drewno obudowy itp.). W tym celu (patrz rys. 99) górną krawędź przecięcia się obu wyrobisk ścina się ukośnie.

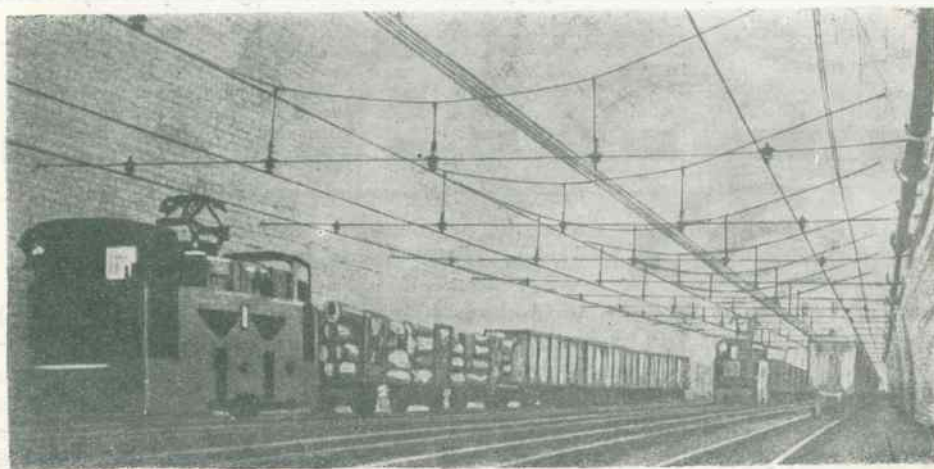
Przy ciągnięciu urobku skipami wozy pełne opróżnia się w podszybiu. Urobek z wozów pełnych spada do zbiorników załadowniczych i stąd dostaje się do skipów. Wskutek tego przy wyciągu skipowym podszybie jest inaczej zbudowane (rys. 102) niż przy wyciągu klatkowym. Wystarczy tu jeden tor prowadzący do wywrotu wozów 3, aby zapewnić normalną pracę szybu z wyciągiem skipowym 1. Dla jazdy ludzi i transportu materiałów buduje się obok w tymże szybie drugi wyciąg klatkowy 2, który w wolnych chwilach również transportuje urobek.



Rys. 102. Podziemne wyrobiska przy-szybowe przy wyciągu skipowym

b. Podszybiowe stacje rozrządowe

W pewnej odległości od podszybia znajduje się stacja rozrządowa wozów kopalnianych. Jest to rozszerzona część przecznicy o kilku torach (rys. 103), w której manewruje się wozami ładownymi przychodzącymi



Rys. 103. Podszybiowa stacja rozrządowa wozów kopalnianych

z oddziałów eksploatacyjnych kopalni oraz zestawia pociągi wozów próżnych i załadowanych materiałami, odchodzących do oddziałów eksploatacyjnych. Tu również znajduje się dyspozytornia całego transportu kopalnianego.

Obudowa podszybi najczęściej bywa żelbetowa, murowana lub też (rzadziej) lukami stalowymi z okładzinami żelbetowymi.

13. Wykonywanie i obudowa przecznic

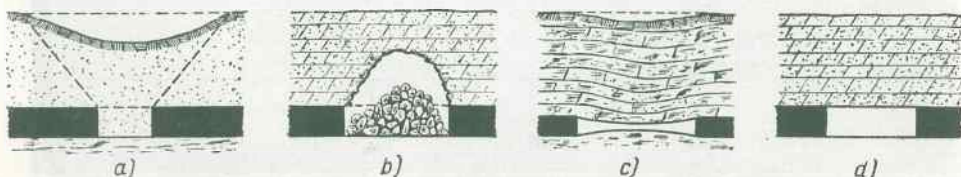
Wyrobiska chodnikowe łączące szyb ze złożem noszą nazwę *przecznic*. Wymiary ich zależą przede wszystkim od ilości urobku, jaka ma być transportowana przecznicą oraz od rodzaju stosowanego transportu. Z zasady buduje się przecznice dla przewozu urobku dwoma torami, znacznie rzadziej dla przewozu urobku jednym torem i tylko wyjątkowo dla transportu urobku przenośnikami.

Znając szerokość wozów i przewidując między nimi odstęp 250 mm oraz odstęp od ociosu z jednej strony 250 mm, z drugiej zaś 800 mm (dla przejścia ludzi), łatwo można określić potrzebną szerokość przecznicy. Wysokość minimalna wynosi 2 m. W praktyce wymiary przecznic jednotorowych wynoszą 2,2 do $3,5 \times 2,0$ do 3,0 m, a dwutorowych 3,5 do $5,0 \times 2,0$ do 3,5 m.

Przy wykonywaniu przecznic powinny być również brane pod uwagę względy wentylacyjne (gdyż najczęściej przecznicami doprowadza się do kopalni całe powietrze świeże) oraz względy odwadniające, gdyż przecznicami odpływa woda z robót eksploatacyjnych. Ze względów transportowych, przewietrzania i odwadniania przecznice prowadzi się od szybu z niewielkim wzniesieniem.

a. Obudowa przecznic

Przecznice drąży się najczęściej nie równolegle, lecz w poprzek uwarstwienia skał, dlatego przecinają one skały najrozmaitszego rodzaju o różnych własnościach. Skały zaś zalegające w głębi ziemi znajdują się pod działaniem ciśnienia warstw leżących wyżej. Wykonanie każdego wyrobiska w skałach narusza istniejący stan ich równowagi i wywołuje ruch

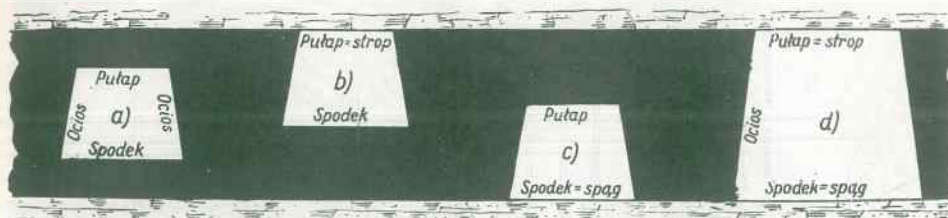


Rys. 104. Zachowanie się stropu nad wyrobiskiem, gdy skały stropowe są
a — sypkie, b — kruche, c — plastyczne, d — mocne

skał. Wyrobisko wykonane w skałach luźnych bądź sypkich (rys. 104 a) lub kruchych (rys. 104 b) zostaje z biegiem czasu zasypane albo zawalone; w skałach plastycznych (rys. 104 c) wyrobisko zostaje zagniecione, czyli pułap lub strop schodzi się ze spodkiem wyrobiska lub spągciem; w skałach natomiast mocnych (rys. 104 d) pułap lub strop może się utrzymywać nad wyrobiskiem nawet znacznych wymiarów przez dłuższy okres czasu.

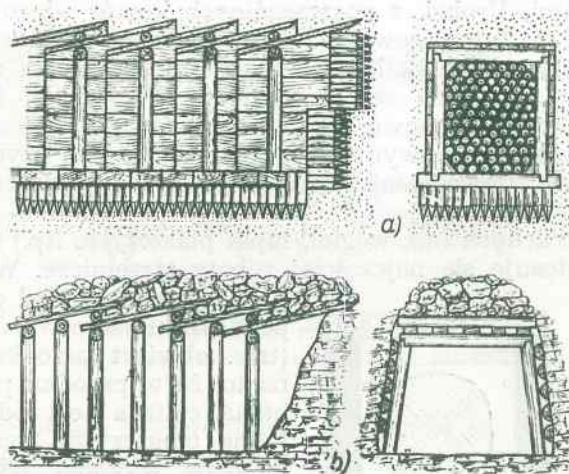
Należy nadmienić, że płaszczyzny ograniczające wyrobiska korytarzowe nazywa się: płaszczyznę górną — *pułapem* (rys. 105 a), dolną — *spodkiem*, płaszczyzny zaś boczne *ociosami*. W niektórych przypadkach (rysunek 105 b) *pułap* może pokrywać się ze *stropem* pokładu, w innych (rys. 105 c) *spodek* ze *spąg* pokładu, niekiedy zaś *pułap* może pokrywać się ze *stropem* i *spodek* ze *spąg* (rys. 105 d).

W celu zabezpieczenia wyrobiska przed ruchami górotworu i związanym z tym obrywaniem się skał z *pułapu* i *ociosów* stosuje się odpowiednie



Rys. 105. Płaszczyzny ograniczające wyrobiska korytarzowe

dnie zabezpieczenie wyrobiska za pomocą obudowy. W przecznicach, które są wyrobiskami przeznaczonymi na dłuższy okres czasu i mającymi zapewnić możliwie ciągłą pracę transportu, przewietrzania i odwadniania, obudowa musi być wykonana jak najbardziej starannie i pewnie. Z tego też względu przecznice mają obudowę żelbetową, betonową, kamienną lub stalową; wyjątkowo też stosuje się obudowę drewnianą.



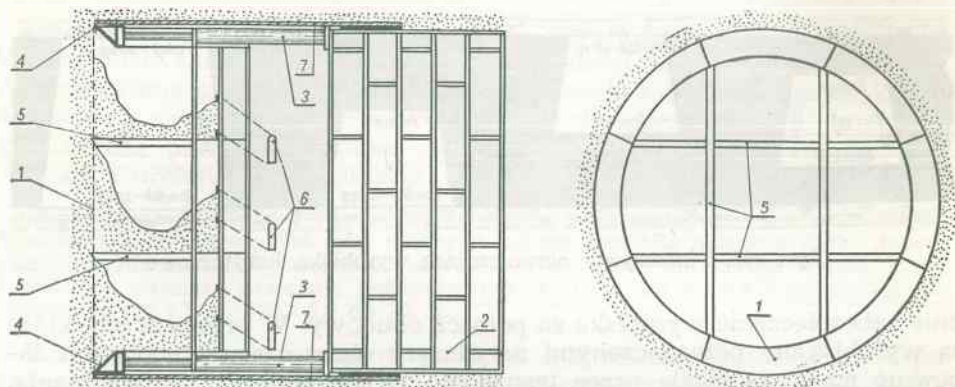
Rys. 106. Drażenie przecznicy z zastosowaniem drewnianej obudowy wbijanej

a — w skałach sypkich, b — w zawale

W skałach sypkich (np. piasek), ciekłych (kurzawki) lub też zruszonych (np. stare zroby), a więc gdy obnażanie skał stropowych nawet na niewielkiej przestrzeni jest niemożliwe, stosuje się w przecznicach drewnianą lub stalową obudowę wbijaną, tj. obudowę wyprzedzającą wybieranie urobku. Wbijają się okładziny stalowe lub drewniane, długości 1,2 do 1,5 m na obwodzie całego wyrobiska (rys. 106 a), lub też tylko pod *stropem*

(rys. 106 b). Obudowa taka jest zazwyczaj tylko tymczasowa i po jej zakończeniu ustawia się trwalszą obudowę stałą.

Ostatnio przecznice i tunele w skałach o małej wytrzymałości wykonuje się za pomocą *tarcz osłonowych* 1 (rys. 107) z obudową stalowymi tubingami 2. Tarcze osłonowe wślacza się w skałę silnymi prasami hydraulicznymi 3, które opierają się o tubingi. Tarcza jest zaopatrzona w noże 4 i podzielona przegrodami 5 na kilka (np. dziewięć) komór, które można wślaczać w skałę niezależnie od innych, a tym samym można skałę

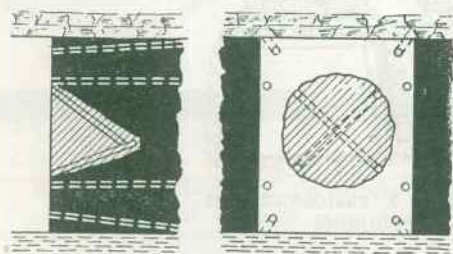


Rys. 107. Urabianie skał sypkich przy użyciu tarcz osłonowych i obudowy tubingami stalowymi

wybierać partiami. Urobek z poszczególnych komór odprowadza się wypustami 6. W celu tymczasowego zabezpieczenia wyrobiska przed dostaniem się otaczających go skał, zakłada się między tarczą osłonową i tubingami stalowy pierścień zabezpieczający 7. Pierścień ten jest przytwierdzony do tarczy osłonowej i tylnym końcem spoczywa na tubingach.

Wraz z tarczami osłonowymi możliwe jest również użycie kombajnów wierzących, które równocześnie urabiają skałę i ładują urobek spod wysuniętej tarczy.

W skałach kruchych (np. węgiel, łupki piaszczyste itp.) do wykonywania przecznic stosuje się najczęściej roboty strzelnicze. W tym celu do



Rys. 108. Włom

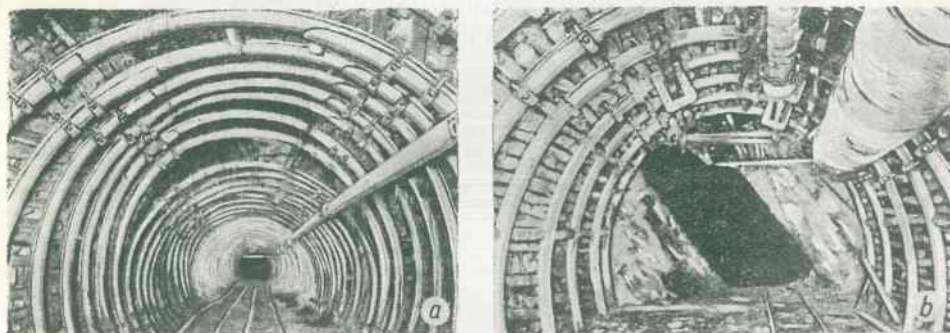
każdego rodzaju skał dobiera się odpowiedni układ otworów strzałowych (tzw. obwiert przodku). Ze względu na to, że w przodku przecznicy urabiana calizna jest odsłonięta tylko jedną płaszczyzną, należy najpierw w skałę wykonać *włom* (rys. 108) i w ten sposób uzyskać drugą powierzchnię otwartą, która ułatwi urabianie dalszym otworom strzałowym.

Wykonanie dużej liczby otworów strzałowych wymaga stosowania różnego rodzaju wiertarek ustawianych na podpórkach, pomostach lub też wozach wiertniczych. Urobek ładuje się ręcznie lub częściej ładowarkami.

Przecznice w skałach kruchych i plastycznych obudowuje się nader starannie drewnem, stałą, murem lub żelbetem.

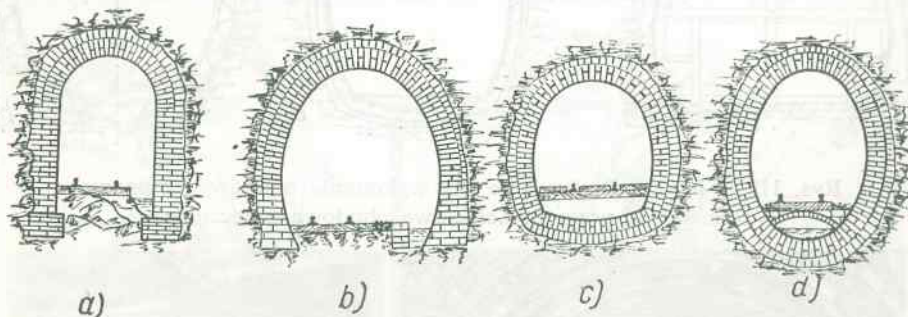
Obudowę drewnianą stosuje się wyjątkowo, przy czym poszczególne odrzwia ustawia się jedno przy drugim, tworząc w ten sposób obudowę pełną.

Znacznie częściej stosuje się obudowę pierścieniami (rys. 109 a) lub też łukami stalowymi (rys. 109 b). Wolne przestrzenie między nimi wypełnia się drewnem. Obudowa ta jest trwała, podatna i wytrzymuje nawet bardzo duże ciśnienia.



Rys. 109. Obudowa stalowa przecznicy
a — pierścieniami, b — łukami

Obudowa murowa wykonywana jest z cegieł lub betonitów zasadniczo w kształcie sklepień. Grubość muru wynosi zwykle do dwóch cegieł. Najczęściej spotykane profile obudowy murowej podano na rys. 110, a na rys. 111 widok przecznicy obudowanej betonitami.



Rys. 110. Obudowa murowa przecznicy
a — sklepieniowa, b — łukowa otwarta, c — łukowa zamknięta, d — pierścieniowa eliptyczna

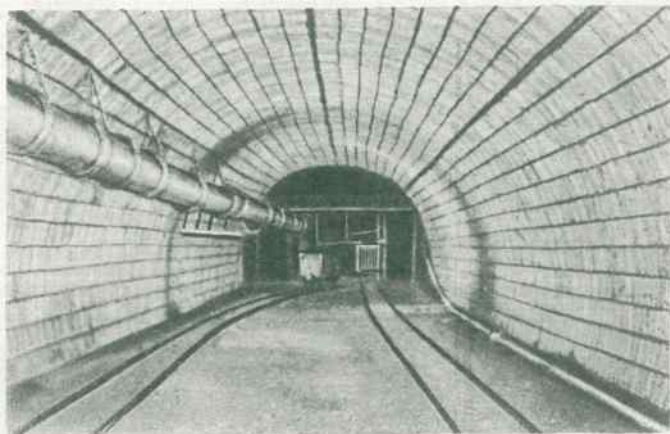
Obudowa betonowa obecnie prawie całkowicie zastępuje obudowę z cegieł. Beton, stanowiący mieszaninę cementu, piasku, tłuczni i wody, ubija się między ścianami wyrobiska i deskowaniem (rys. 112). Grubość obudowy wynosi 30 do 40 cm.

Obudowę żelbetową (rys. 113) stosuje się wtedy, gdy obok naprężeń ściskających występują w niej również i duże naprężenia rozciągające, przejmowane w tym przypadku przez pręty stalowe średnicy 8 do 20 mm.

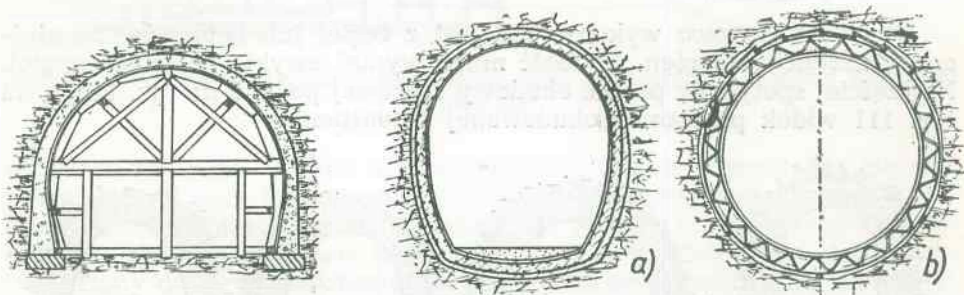
Przy budowie przecznicy zwraca się szczególną uwagę na staranne wykonanie obudowy w miejscu ich rozgałęzień. Powiększona szerokość wymaga stosowania tu dodatkowych wzmocnień (rys. 114).

W skałach twardych i mocnych (np. piaskowce) przecznice wykonuje się najczęściej robotami strzelniczymi.

Przecznice w skałach mocnych i zwięzłych pozostawia się niekiedy w ogóle bez *obudowy*. Czasami w celu zabezpieczenia skał wyrobiska przed działaniem atmosferycznym pokrywa się ściany warstwą narzuca-

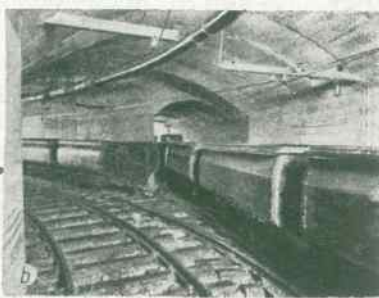
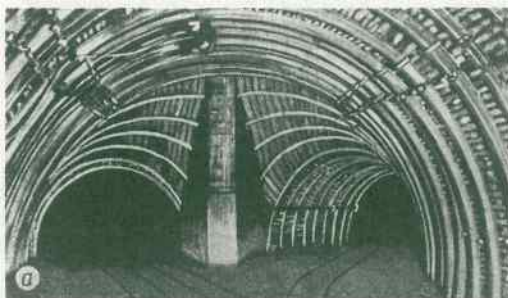


Rys. 111. Przecznica obudowana betonitami



Rys. 112 (z lewej). Deskowanie dla wykonania obudowy betonowej

Rys. 113 (z prawej). Żelbetowa obudowa przecznicy



Rys. 114. Obudowa rozgałęzienia chodników

a — łukami stalowymi, b — żelbetowa

nej zaprawy cementowej (torkretowanie ścian). Mieszaninę cementu z drobnym piaskiem i wodą wyrzuca się powietrzem sprężonym z mieszalnika (torkretnicy). Znacznie częściej stosuje się jeden z rodzajów omówionej już obudowy stalowej, murowej, betonowej lub żelbetowej.

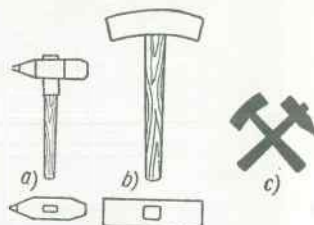
b. Drażenie przecznic

Początkowo, gdy nie znano materiałów wybuchowych, drażenie przecznic i chodników wykonywano ręcznie przy użyciu klinów lub żelazka (rys. 115 a) i młota (rys. 115 b) zwanego perlikiem. Robotnik, trzymając w lewej ręce żelazko przystawione do skały i uderzając w nie perlikiem, odłupywał niewielkie kawałki urobku. W ten prymitywny sposób wykonywano dawniej w kopalniach setki kilometrów wyrobisk chodnikowych. Skrzyżowane zaś żelazko i perlik (rys. 115 c) stały się godłem górnictwa.

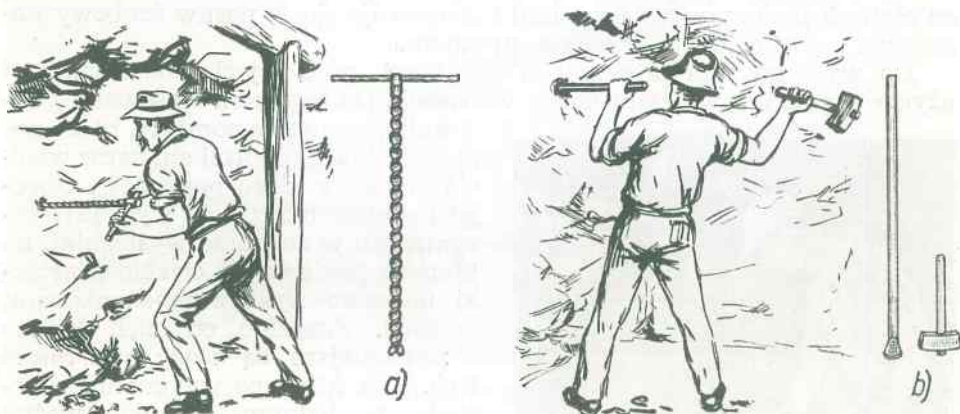
Z zastosowaniem materiałów wybuchowych w górnictwie zaczęto wiercić otwory strzałowe. Wiercono je początkowo ręcznie: w skałach miękkich lub bardzo kruchych obrotowo za pomocą świrdrów (rys. 116 a), w skałach twardszych natomiast udarowo za pomocą dłuta pobijanego młotem (rys. 116 b). Wkrótce jednak nadzwyczaj ciężkie i mało wydajne wiercenia ręczne zastąpiono wierceniem maszynowym za pomocą wiertarek udarowych w skałach twardszych (np. granity, piaskowce, łupki itp.) oraz obrotowych w skałach mniej twardych (np. węgiel kamienny, węgiel brunatny, sole itp.).

Do robót udostępniających prowadzonych przeważnie w kamieniu, czyli, jak się utarło mówić, dla robót kamiennych, stosuje się obecnie prawie powszechnie wiertarki udarowe.

Wiertarki udarowe (rys. 117) są napędzane wyłącznie powietrzem sprężonym o ciśnieniu 4 do 6 atn. Szybko poruszający się w cylindrze 1 tłok 2



Rys. 115. Dawne narzędzia do ręcznego urabiania
a — żelazko, b — perlik,
c — godło górnictwa

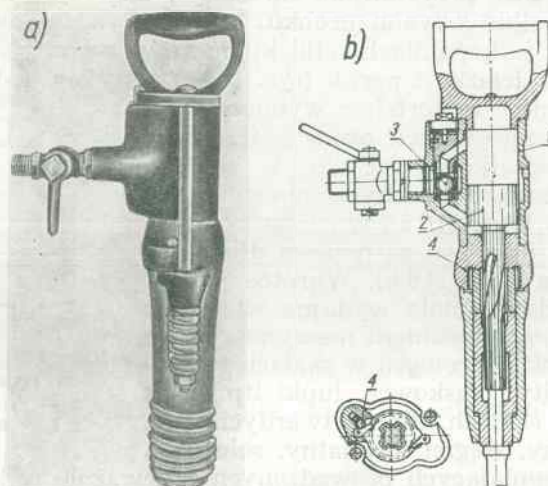


Rys. 116. Ręczne wiercenie otworów strzałowych
a — obrotowe, b — udarowe

uderza o tyłek wiertła, przy czym urządzenie rozrządowe 3 (na rys. kulkowe) stale zmienia dopływ powietrza sprężonego raz nad, drugi raz pod tłok. Podczas cofania się tłoka do rękojści następuje obrócenie wiertła za pomocą obracadła zapadkowego 4. Wiertarki wykonują 1000 do 2000 uderzeń na minutę i zużywają 1,0 do 2,5 m³/min powietrza o ciśnieniu 1 at.

Wiertarkami o ciężarze do 17 kG (przy otworach skierowanych pionowo w dół do 25 kG) pracuje się z ręki (rys. 118). Praca ta jednak ze

względem na wstrząsy przenoszone na ręce robotnika jest bardzo uciążliwa i męcząca. Z tego względu obecnie prowadzi się wiercenia z *podpórek pneumatycznych*. Podpórka taka (rys. 119) dzięki naciskowi powietrza sprężonego, dociska wiertarkę do skały oraz równoważy jej ciężar. Praca wiertacza sprowadza się zatem do kierowania wiertarką i regulowania



Rys. 117. Udarowa wiertarka pneumatyczna
a — widok, b — przekrój

zaworem nacisku powietrza sprężonego. Cięższe wiertarki zawieszają się na *słupach podporowych* (rys. 120) i zaopatruje się w posuw śrubowy napędzany ręcznie lub oddzielnym silnikiem.

Do wykonywania przecznicy o większych przekrojach konieczne jest użycie w przodku większej liczby wiertarek. Do tego celu stosowano pierwotnie przesuwne pomosty, które pozwalały kilku robotnikom naraz wiercić otwory z kilku poziomów. Obecne *pomosty wiertnicze* (rys. 121) zaopatrzone w ruchome wysięgniki, na których zawieszają się ciężkie wiertarki udarowe wraz z mechanizmami posuwu. Znacznie od nich lżejsze i zwrotniejsze są *wozy wiertnicze* (rys. 122), które po wykonaniu wiercenia w jednym przodku można szybko przerzucać do drugiego.



Rys. 118. Wiercenie otworu strzałowego wiertarką udarową z ręki

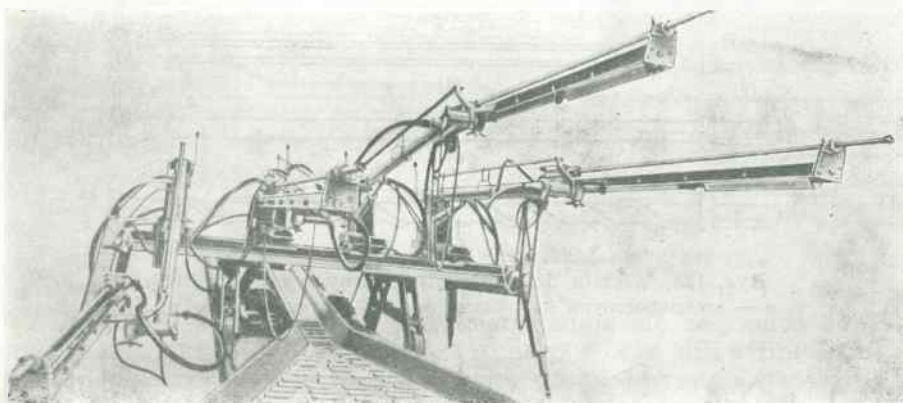
Do wiertarek udarowych używa się wiertel utworzonych z żerdzi stalowych grubości 20 do 30 mm o przekroju sześciobocznym (rys. 123 a), okrągłym (rys. 123 b) lub też okrągłym ze zwojami śrubowymi (rys. 123 c). Z jednej strony żerdź zakoń-

czona jest *tylcem 1* wchodzącym w uchwyt wiertarki, z drugiej zaś ostrzem 2. Dawniej stosowano ostrza odkuwane wprost na żerdzi, kształt ich natomiast dobierano do twardości i szczelinowatości skały. Znane są



Rys. 119 (z lewej). Wiercenie otworu strzałowego wiertarką udarową z podpórki pneumatycznej

Rys. 120 (z prawej). Wiercenie otworu strzałowego wiertarką udarową ze słupa podporowego



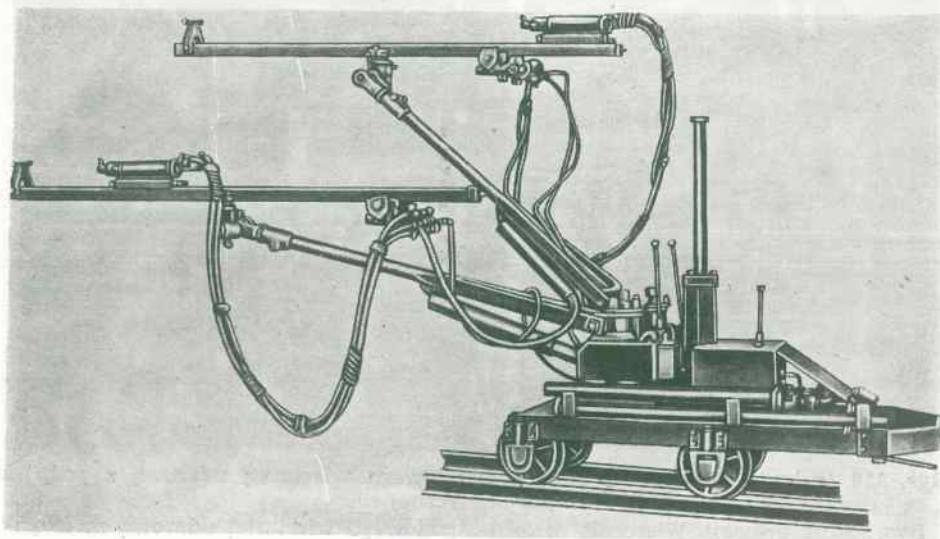
Rys. 121. Pomost wiertniczy dla wiertarek udarowych

ostrza rozetowe, krzyżowe i dwudłutowe (rys. 124 a, b i d) dla skał twardych i szczelinowatych, ostrza jednodłutowe (rys. 124 e) dla skał twardych i nieszczelinowatych oraz ostrza zetowe (rys. 124 c) dla skał kruchych.

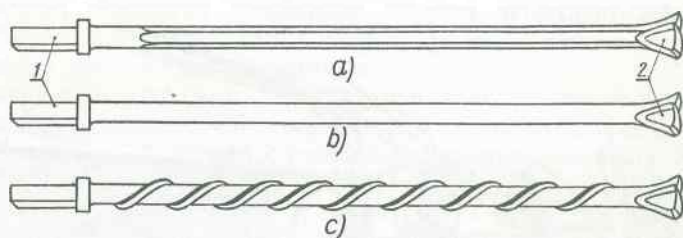
Po zastosowaniu zbrojenia ostrzy wiertel węglnikami spiekanyymi używa się dziś niemal wyłącznie ostrzy jednodłutowych (rys. 125 a i b) lub krzyżowych (rys. 125 c). Ostrza te mogą stanowić jedną całość z żerdzią lub też być oddzielne w postaci nakładanych na żerdź końcówek, które w przypadku wiertel udarowych są nazywane *koronkami*.¹⁾

¹⁾ W odróżnieniu końcówki wiertel obrotowych nazywa się *raczkami*.

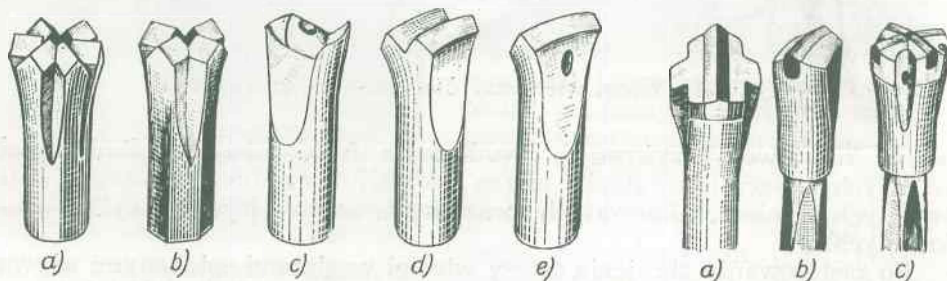
Powstający podczas wiercenia na dnie otworu miał skalny, czyli *zwierciny*, usuwa się zwojami śrubowymi żerdzi, *przedmuchiwan*iem otworu powietrzem sprężonym lub też *przepłukiwan*iem ich wodą. W tych ostatnich przypadkach żerdzie i koronki są drażone. Ostatnio coraz częściej zaczyna się stosować *odsysanie zwiercin* przez wydrażenie w żerdzi



Rys. 122. Wóz wiertniczy dla wiertarek udarowych



Rys. 123. Wiertła do wiercenia udarowego o przekroju
a — sześciobocznym, b — okrągłym, c — okrągłym ze zwojami
śrubowymi



Rys. 124 (z lewej). Ostrza wiertel do wiercenia udarowego

a — rozetowe, b — krzyżowe, c — zetowe, d — dwudłutowe, e — jednodłutowe

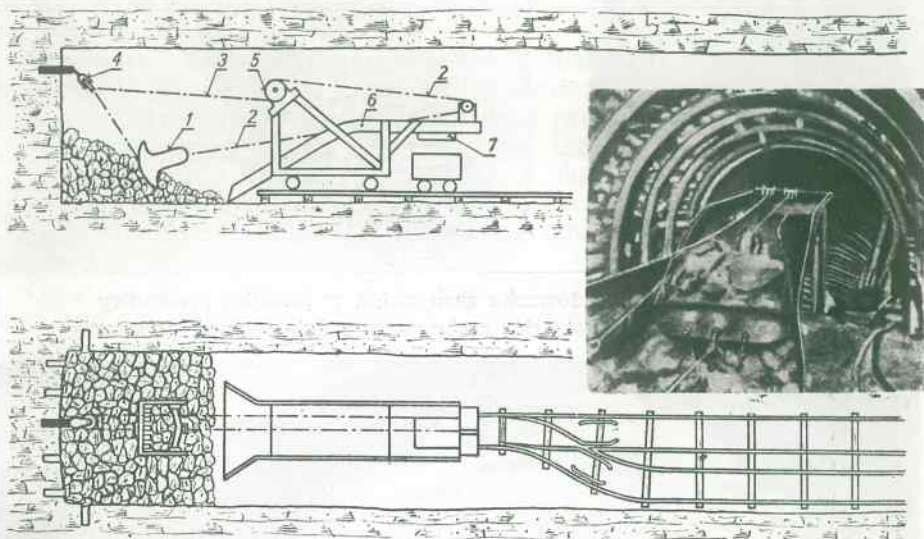
Rys. 125 (z prawej). Ostrza wiertel do wiercenia udarowego zbrojone węglnikami
spiekanymi

a — jednodłutowe z żerdzią, b — jednodłutowe w postaci koronki, c — krzyżowe
w postaci koronki

i w tłoku wiertarki do specjalnie w tym celu zbudowanych zbiorników, w których obniżone ciśnienie wytwarza się ejektorami pneumatycznymi. Odsysanie zwiercin wybitnie polepsza warunki pracy w przodkach, gdyż powietrze pozbawione jest szkodliwego dla płuc pyłu skalnego.

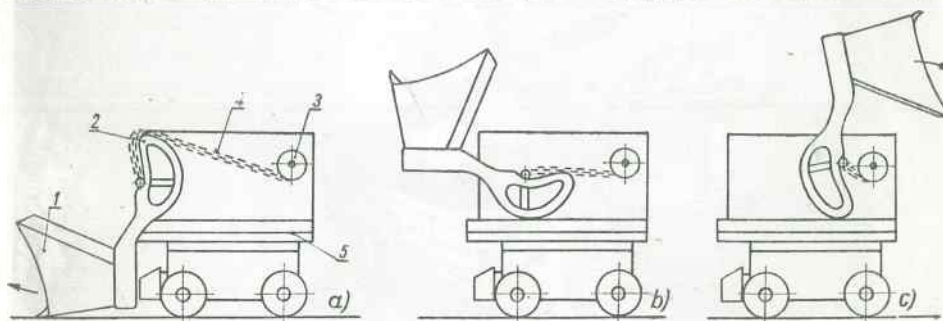
c. Ładowanie urobku

Bardzo nierównomierny co do wielkości urobek kamienny powstający po strzelaniu przez długi czas ładowano ręcznie. Drobniejszy urobek ładowano do wozów łopatami, grubszy wrzucano wprost rękami. Dziś czynność tę wykonuje się maszynami. Ponieważ przy urobku kamiennym objęta jest kwestia rozdrabniania urobku podczas ładowania, więc też stosuje się tu ładowarki zgarniakowe, zasierzutne, a nawet czerparki.



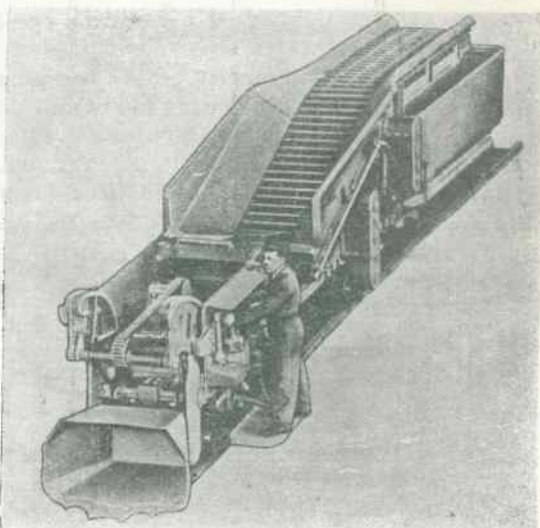
Rys. 126. Schemat pracy ładowarki zgarniakowej

Ładowarki zgarniakowe (rys. 126) składają się ze zgarniaka 1, liny ciągnącej 2 i zwrotnej 3, krążka zwrotnego 4 oraz kołowrotu 5 do napędzania lin. Dodatkowym urządzeniem pozwalającym na ładowanie jest

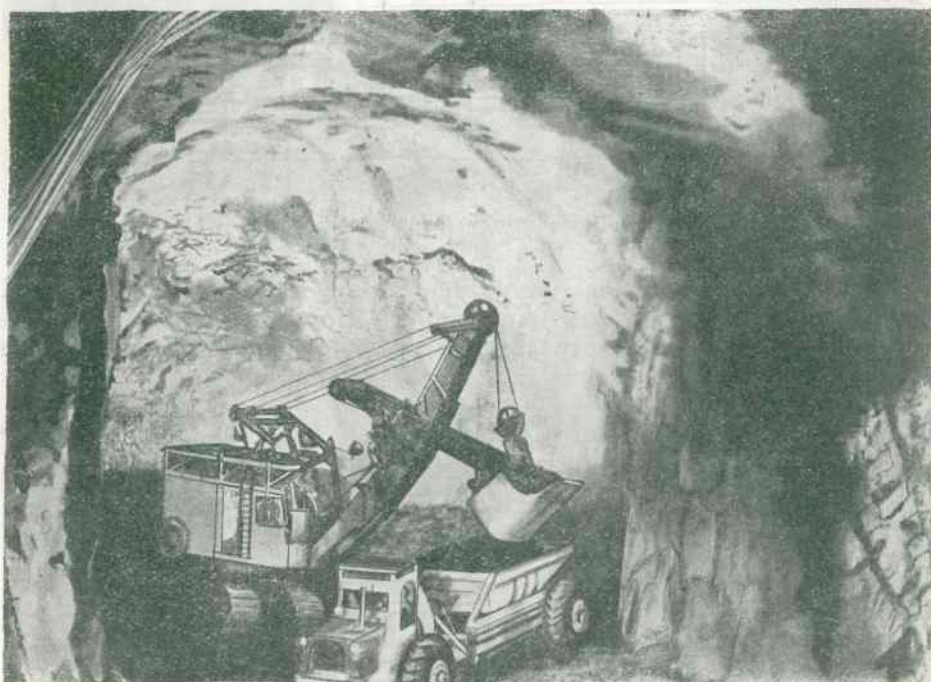


Rys. 127. Schemat pracy ładowarki zasierzutnej
a — nabieranie urobku, b — podnoszenie łyżki, c — wyladowywanie urobku

pochyły pomost załadowniczy 6 z wysięgnicą, w której otwór 7 służy do wysypywania urobku do wozów. Pochyły pomost 6 i kołowrót 5 umieszcza się na podwoziu szynowym, dzięki czemu uzyskuje się możliwość łatwego przezucania ładowarki z jednego przodka do drugiego. Ciągąc linami zgarniak ku pomostowi napelnia się urobkiem, następnie prze-



Rys. 128 (z lewej). Ładowarka zasięrgutna w przodku przecznicy
Rys. 129 (z prawej). Ładowarka zasięrgutna z dobudowaną podawarką



Rys. 130. Ładowanie urobku koparką i transportowanie samochodami w tunelu kolejowym

suwa po pomoście w górę i opróżnia przez otwór w wysięgnicy. Dalej następuje ruch próżnego zgarniaka ku przodkowi, aby powtórzyć poprzedni cykl zabiegów.

Ładowarki zasierzutne (rys. 127) składają się z mocnej łyżki 1, osadzonej ramionami na dwóch półkolistych biegunach 2, które będąc pociągane nawijającym się na cewę 3 łańcuchem 4 toczą się po listwach prowadniczych 5. Wskutek toczenia się biegunów łyżka jest podnoszona w górę i równocześnie przechylona w tył. W krańcowym tylnym położeniu urobek z łyżki wysypuje się do przyczepionego do ładowarki wozu. Ładowarka ma podwozie szynowe lub gąsienicowe, którym podczas napełniania wbija z rozpędem łyżkę w urobek. Dla umożliwienia wybierania urobku z każdego miejsca przodku łyżka z całym nadwoziem osadzona jest na podwoziu na obrotnicy, przez co można odchyłać ją na boki. Aby urobek z łyżki trafiał zawsze do wozu, w ładowarce przewidziano urządzenie centrujące, czyli ustawiające łyżkę przy wyładunku w położenie ściśle współosiowe z nadwoziem.

Ładowarki zasierzutne są obecnie najbardziej rozpowszechnionymi maszynami do ładowania urobku przy drażeniu przecznic. W przecznicach o mniejszych przekrojach najczęściej pracują one z wozami bezpośrednio przyczepianymi do maszyny (rys. 128). W przecznicach o większych przekrojach używa się maszyn z dobudowanymi podawarkami (rys. 129). Do ładowania urobku w wyrobiskach o bardzo dużych przekrojach (np. tunele kolejowe) używa się mniejszych koparek (rys. 130) łącznie z transportem samochodami.

Ostatnio do urabiania skał w przecznicach próbuje się stosować różnego rodzaju maszyny zespołowe. Omówiono je łącznie z maszynami chodnikowymi w rozdziale VI.

Rozdział VI

ROBOTY PRZYGOTOWUJĄCE ZŁOŻE DO EKSPLOATACJI

Po udostępnieniu złoża, jednym z poznanych wyżej sposobów, przystępuje się do wykonania robót górniczych, których zadaniem jest przygotowanie złoża do wybierania. Roboty te noszą nazwę *robót przygotowawczych*.

14. Roboty przygotowawcze w kopalniach odkrywkowych

W kopalniach odkrywkowych do robót przygotowawczych zalicza się stałe usuwanie nadkładu znad złoża w miarę posuwania się przodków wybierkowych. Ze względu na bezpieczeństwo pracy, możliwość użycia maszyn oraz konieczność założenia dróg transportowych, przodki robót przygotowawczych muszą wyprzedzać przodki robót wybierkowych. Dalej, ze względu na trudność i większe koszty usuwania nadkładu w okresie zimowym, roboty te w lecie muszą być intensywniejsze, czyli prowadzone tak, aby w zimie możliwe było wybieranie kopalin ze złoża bez konieczności prowadzenia robót przygotowawczych.



Rys. 131. Kilo i oskard

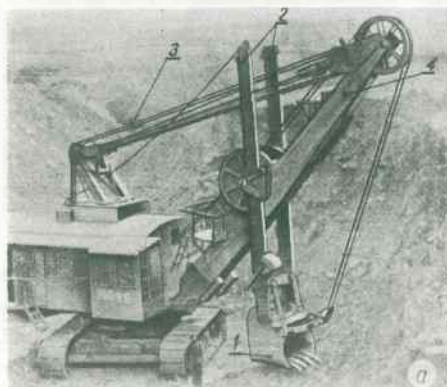
Całokształt prac związanych z usuwaniem nadkładu obejmuje urabianie skały, ładowanie urobku nadkładowego, transportowanie go na zwały oraz zwałowanie. Urabianie i ładowanie przy niewielkim i niezbyt grubym nadkładzie można wykonywać ręcznie za pomocą łopat, łomów i kilołów (rys. 131 a) lub oskardów (rys. 131 b). W dużych jednak kopalniach, a zwłaszcza przy grubym nadkładzie, wykonuje się je maszynami zespolowymi, które noszą nazwę *czerparek*.¹⁾

Czerparki są maszynami, które urabiają, ładują i przemieszczają urobek na niewielką odległość za pomocą naczyń zwanych czerpakami. Wszystkie czerparki można podzielić na dwie wielkie grupy: jednoczerpakowe (o jednym naczyniu urabiająco-ładującym) oraz wieloczerpakowe (o kilku do kilkudziesięciu naczyniach). W grupie czerparek jednoczer-

¹⁾ Czerparki służą również do urabiania i ładowania sypkich, plastycznych i kruchych kopalin użytecznych.

pakowych wyodrębnia się koparki, zgarniarki i chwytarki; w wieloczerpakowych zaś łańcuchowo-kubelkowe i kołowo-kubelkowe.

Koparki (rys. 132) mają naczynie urabiająco-ładujące w postaci łyżki 1 osadzonej na sztywnym ramieniu 2 i zawieszzonej na linach 3 na wysięgniku 4. Maszyny te najczęściej ustawia się na podwoziu gąsienicowym. Łyżka po dociśnięciu do skały podnosi się łukiem do góry (rys. 132 a),

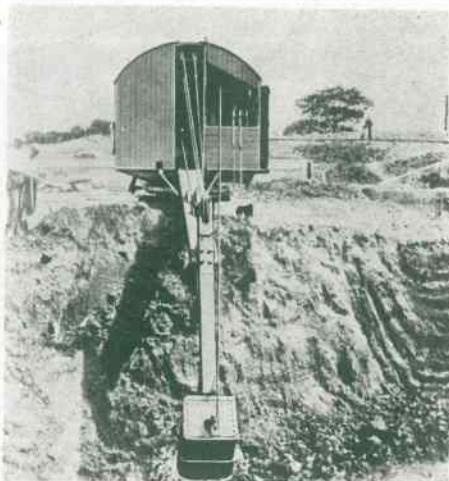


Rys. 132. Koparka nadpoziomowa w pozycji
a — urabiania, b — ładowania

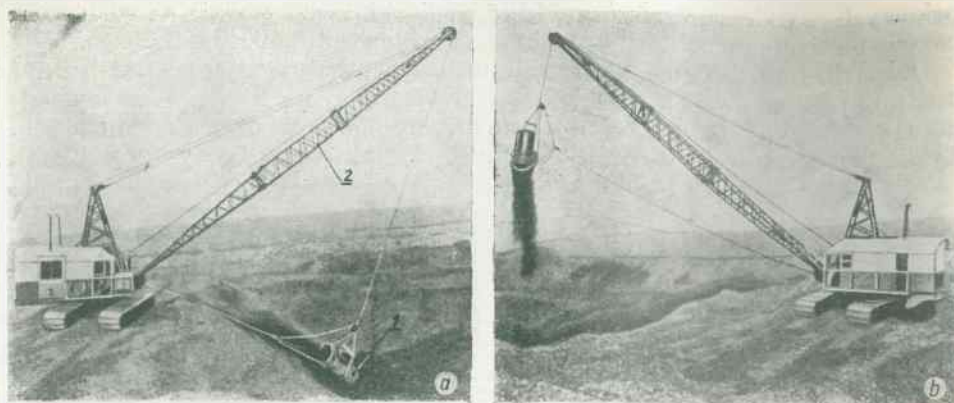
ścina swym ostrzem wiór skały i napelnia się urobkiem. Po napełnieniu łyżka wraz z całym nadwoziem obraca się na podwoziu i wysypuje urobek do samochodów lub wagonów (rys. 132 b). Pojemność łyżek, zależnie od wielkości maszyny, wynosi od 0,25 do 50 m³; wydajności tych maszyn wynoszą od 30 do 1000 m³/godz. Koparki te pracują w górę od poziomu swego ustawienia i noszą nazwę nadpoziomowych. Niekiedy buduje się je jako podpoziomowe (rys. 133) i wtedy urabiają skałę poniżej poziomu swego ustawienia.

Zgarniarki różnią się od koparek tym, że mają czerpak wykonany w kształcie skrzyni-zgarniaka. Zgarniak, będąc przesuwany po skałę, ścina wiór urobku i napelnia się. Zależnie od urządzenia służącego do przesuwania zgarniaka rozróżnia się zgarniarki: wysięgnikowe, kołowrotowe oraz ciągnikowe.

W zgarniarkach wysięgnikowych (rys. 134) zgarniak 1 jest zawieszony na linach na długim do 75 m wysięgniku 2. Po podniesieniu w najwyższe położenie pozwala mu się spadać swobodnie, a tym samym wbijać w skałę, po czym przesuwa się go ku maszynie i napelnia urobkiem (rys. 134 a). Z kolei napelniony zgarniak wraz z nadwoziem obraca się nad miejsce wyładunku i opróżnia (rys. 134 b) przez przechylenie. Pojemność zgarniaków nie przekracza 10 m³.

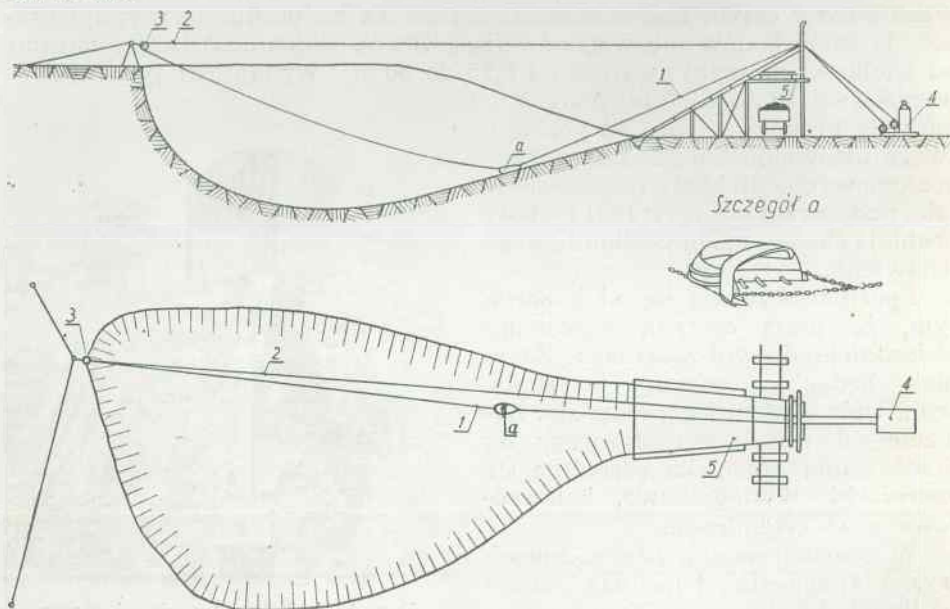


Rys. 133. Koparka podpoziomowa



Rys. 134. Zgarniarka wysięgnikowa w pozycji
a — urabiania, b — ładowania

Zgarniarki kołowrotowe (rys. 135) mają zgarniak (szczegół a) wpięty między linę ciągnącą 1 i zwrotną 2 przechodzącą przez krążek zwrotny 3. Obie liny na przemian nawijają się lub też odwijają z bębnow kołowrotu 4. Zgarniak przesuwając się po dnie wyrobiska ścina wiór skały i wypełnia się urobkiem. W celu ułatwienia opróżnienia zgarniaka ustawia się na powierzchni pomost załadowniczy 5, przez którego otwór urobek wysypuje się do wozów lub samochodów. Pojemność zgarniaków nie przekracza 10 m^3 .

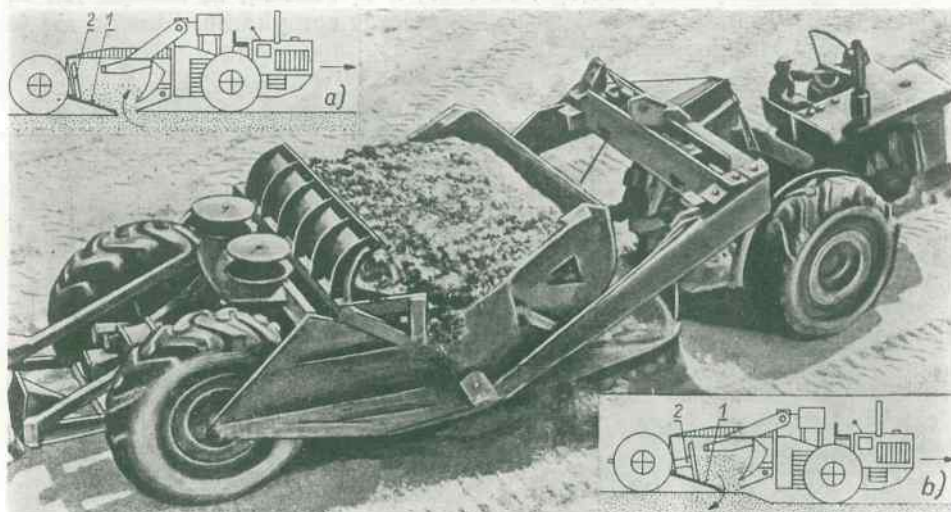


Rys. 135. Zgarniarka kołowrotowa

Zgarniarki ciągnikowe (rys. 136) są to duże skrzynie stalowe o pojemności 2 do 25 m^3 , osadzone przesuwnie na podwoziu oponowym. Skrzynię taką przyczepia się do dowolnego ciągnika (gąsienicowego lub oponowego) i przesuwa po wyrobisku. Podczas urabiania skrzynia jest opuszczona

(rys. 136 a) i swoim nożem 1 skrawa skalę. Podczas transportowania i wyładowywania (136 b) skrzynia jest podniesiona. W chwili wyładowywania działa hydraulicznie uruchamiany tłok 2, który wypycha urobek ze skrzyni.

Podobne do zgarniarek traktorowych są *spycharki* (rys. 137). Są to silne ciągniki, które mają do ram gąsienic przytwierdzony szeroki lemiesz. Lemiesz ten można podnosić i opuszczać, a niekiedy i odchylać na boki za pomocą lin lub cylindrów hydraulicznych. Spycharka, posuwając się



Rys. 136. Zgarniarka ciągnikowa i schematy pracy zgarniarki
a — urabianie, b — wyładowanie

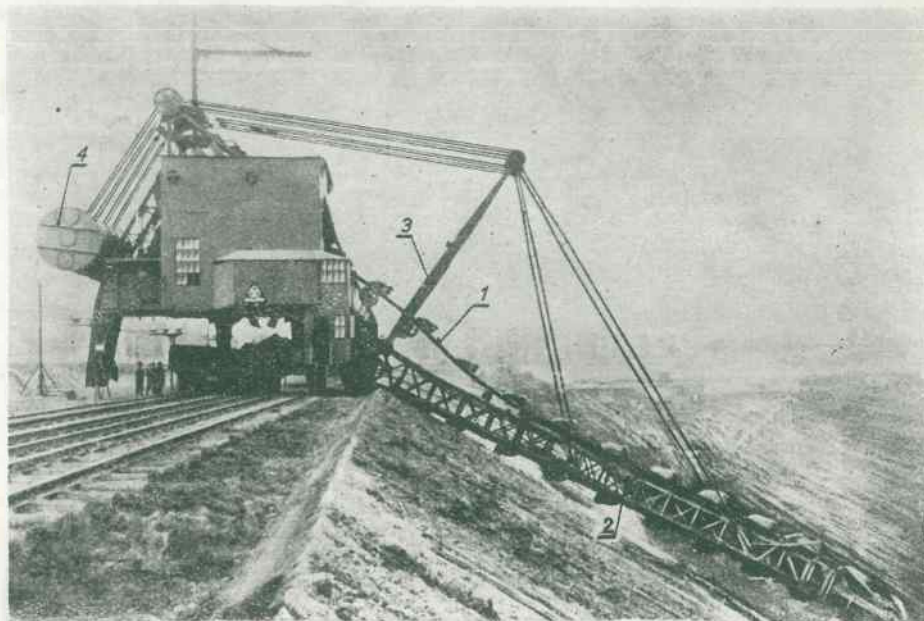


Rys. 137. Spycharka

do przodu, skrawa lemieszem wiór skały i pcha urobek do miejsca przeznaczenia.

Ze względu na prostotę konstrukcji oraz dlatego, że w dużym stopniu mechanizują transport urobku, zgarniarki wszelkiego rodzaju coraz częściej stosuje się w kopalniach odkrywkowych.

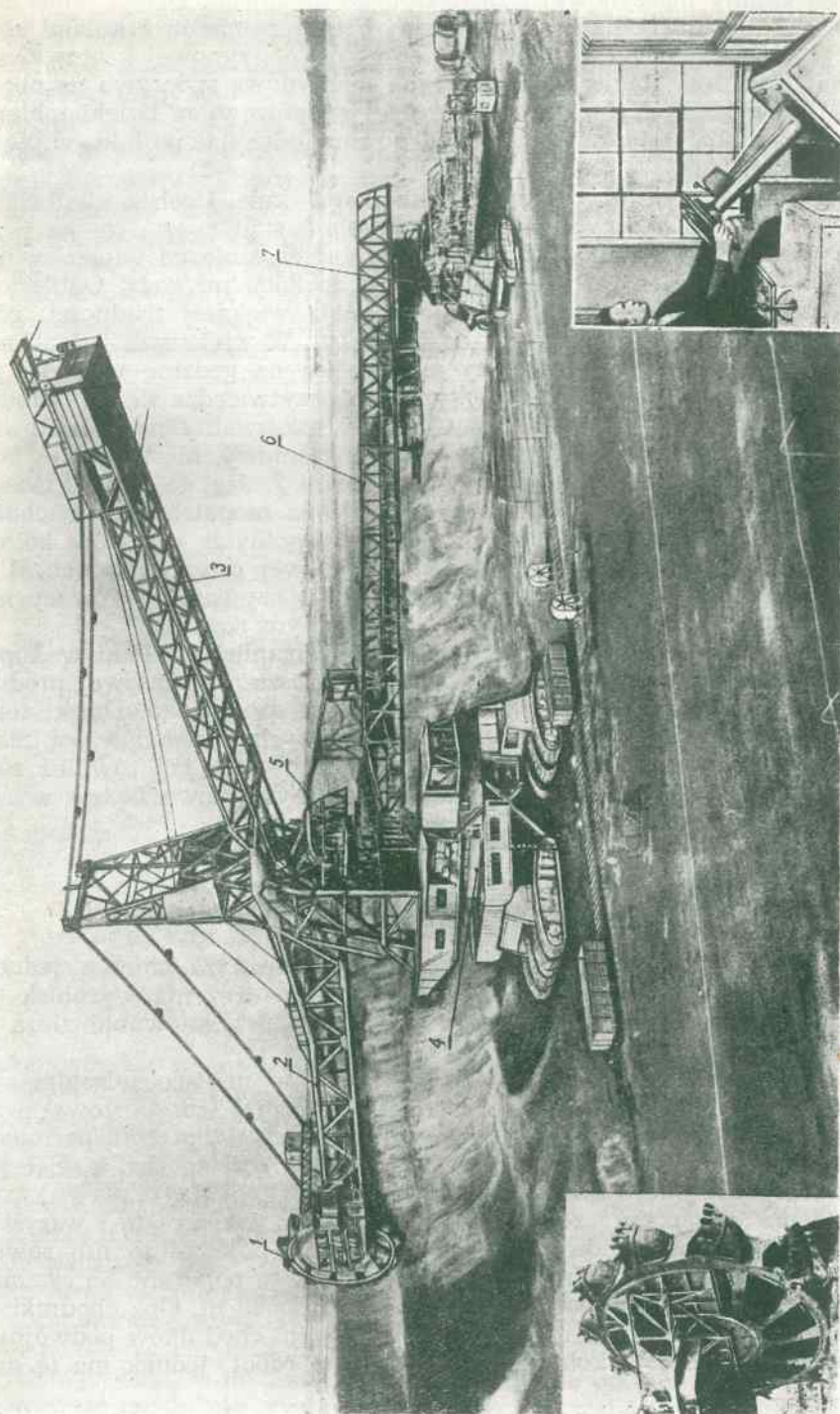
Chwytniki różnią się od zgarniarek wysięgnikowych tym, że mają czerpak wykonany w postaci dwóch, czterech lub sześciu szczęk, otwieranych i zamykanych za pomocą lin. Działanie ich jest podobne do ładowarek chwytnikowych (patrz rys. 80 i 81) z tą różnicą, że szczęki ich są zaopatrzone w ostrza skrawające skałę podczas zamykania. Stosuje się je rzadko i to do mniejszych robót.



Rys. 138. Czerparka łańcuchowo-kubelkowa

Czerparki łańcuchowo-kubelkowe (rys. 138) mają dwa łańcuchy 1 bez końca z przymocowanymi do nich kubelkami, które obiegają po długiej (do 30 m) ramie czerpakowej 2. Rama 2 zawieszona jest na linach na wysięgniku 3 przytwierdzonym do kabiny maszynowej i może być ustawiona pod różnymi kątami do poziomu. Dla zrównoważenia dużego ciężaru ramy po drugiej stronie kabiny maszynowej zawieszają się przeciwcieżary 4. W czasie pracy cała maszyna przesuwa się wzdłuż urabianej ściany na podwoziu gąsienicowym lub części szynowym. Podczas przesuwania maszyny poruszające się kubelki skrawają na całej długości ściany warstwę skały głębokości 10 do 30 cm. Kubelki napelnione urobkiem podnoszą się w górę ramy czerpakowej i wyładowują w kabinie maszynowej. Tu urobek dostaje się do zbiorników załadunkowych i z nich przez przestawialne klapy do wagonów kolejowych na jednym z dwóch torów. Pojemność kubelków, zależnie od wielkości maszyny, waha się od 0,05 do 2,0 m³, wydajność maszyn od 50 do 2000 m³/godz.

Czerparki kołowo-kubelkowe (rys. 139) mają duże koło 1 średnicy 2 do 16 m z wbudowanymi kilku lub kilkunastu kubelkami. Koło to jest



Rys. 139. Czerparka kołowo-kubelkowa. W rogach: koło czerparki i kabina sterownicza

ułożyskowane na końcu długiego ramienia 2 przymocowanego przegubowo do kabiny maszynowej i zawieszonego na linach. Dzięki temu koło czerpakowe można podnosić i opuszczać. Ciężar ramienia z kołami równowagi umieszczona po drugiej stronie kabiny maszynowej kratownica 3 z przeciwcieżarem. Ramię wraz z kabiną maszynową spoczywa na obrotownicy 4 na podwoziu szynowym lub części gąsienicowym. Dzięki takiemu urządzeniu maszynę można przesuwac, a ramię odchyłać po łuku w pionie i w poziomie.

Koło obracając się urabia swymi kubelkami skalę. Urobek z kubelków przesypuje się do skośnych przedziałów koła i stąd zsuwa się na przenośnik taśmowy. Pojemność kubelków wynosi zależnie od wielkości maszyny od 0,1 do 5 m³; wydajność od 100 do 8500 m³/godz. Odbieranie urobku w maszynach mniejszych nie sprawia większej trudności, gdyż z wysypu 5 kieruje się go wprost do wagonów. W większych jednak maszynach załadowanie kilku tysięcy m³ urobku na godzinę wymaga już budowy załadowni maszynowej. W tym celu przytwierdza się przegubowo do kabiny maszynowej tuż pod wysypem 5 rozsuwalny most kratownicowy 6, wewnątrz którego biegnie przenośnik taśmowy. Most drugim końcem przytwierdza się przegubowo do załadowni 7. Jest to kabina maszynowa spoczywająca na podwoziu gąsienicowym i zaopatrzona w ruchomy zasilacz, skierowujący cały urobek do poszczególnych wagonów kolejowych podstawianych na dwóch, trzech lub nawet czterech torach.¹⁾

W załadowni znajduje się też centralna dyspozytornia dla pracy maszyny i ruchu pociągów (patrz szczegół w dolnym rogu).

Jak z powyższego widać, mechanizacja urabiania nadkładu w kopalniach odkrywkowych kopalin użytecznych, zwłaszcza o masowej produkcji (np. węgle brunatne), jest już posunięta bardzo daleko. Dzięki temu koszty robót przygotowawczych, pomimo grubych nadkładów, są małe. Poważny kłopot natomiast sprawia odtransportowanie jak również zwalowanie urobku pochodzącego z nadkładu (o czym mowa będzie w rozdziale XXI).

15. Roboty przygotowawcze w kopalniach podziemnych

W kopalniach podziemnych po osiągnięciu złoza za pomocą jednego z wyrobisk udostępniających przystępuje się do drażenia wyrobisk już w kopalinie użytecznej złoza, czego celem jest przygotowanie złoza do eksploatacji.

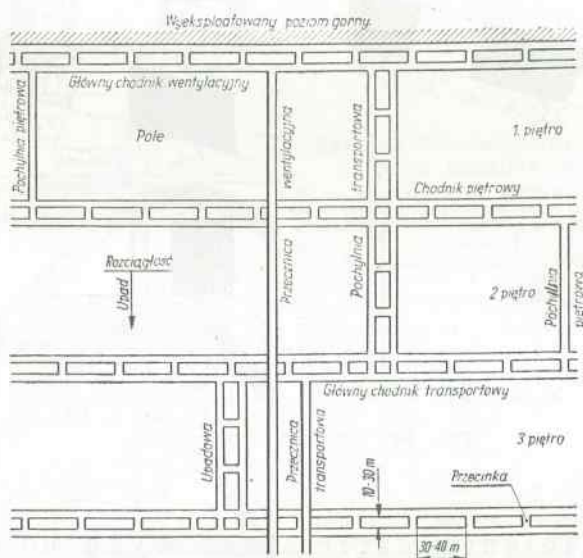
W kopalniach węgla na każdym poziomie w miejscu udostępnienia pokładu (np. w miejscu przecięcia pokładu przeczną transportową) przystępuje się do drażenia w pokładzie *głównego chodnika transportowego* (rys. 140). Chodnik ten prowadzi się w kierunku rozciągłości, a więc jest on poziomy lub nieco wznoszący się dla umożliwienia odpływu wody i ułatwienia transportu urobku. Chodnik główny, jak zresztą i wszystkie inne wyrobiska przygotowawcze, można drażyć pojedynczo lub równocześnie z równoległym do niego chodnikiem, jak to pokazano na rysunku. Odległość między tymi chodnikami wynosi 10 do 30 m. Oba chodniki łączą się z sobą co 30 do 40 m *przecinkami*. System chodników podwójnych wymaga wprawdzie wykonania większej ilości robót, jednak ma tę dużą

¹⁾ Trzeba pamiętać, że przy wydajności czerparki 6000 m³/godz załadowanie jednego wagonu o pojemności 50 m³ trwa 30 sek.

zaletę, że umożliwia doprowadzenie powietrza do miejsca pracy, czyli do przodku, bez jakichkolwiek dodatkowych urządzeń wentylacyjnych. Mianowicie powietrze świeże dopływa do przodku chodnikiem głównym, przechodzi przez ostatnią przecinkę (inne są otamowane) i wraca chodnikiem równoległym.

Wyobraźmy sobie, że pierwszy poziom kopalni został już wyeksploatowany, to jednak pozostał w nim główny chodnik, który przy wybieraniu tego poziomu służył do transportu urobku. Otóż chodnik ten przy wybieraniu poziomu drugiego (niższego) będzie miał na celu odprowadzenie zużytego powietrza do szybu wentylacyjnego, będzie on więc *głównym chodnikiem wentylacyjnym (wiatrowym)*.

Ażeby połączyć z sobą leżące na różnych poziomach główne chodniki — transportowe i wentylacyjne, trzeba wykonać w złożu wyrobiska pochyłe. Wyrobiska takie nazywają się *pochylniami*, jeżeli łączą poziom



Rys. 140. Główne wyrobiska przygotowawcze w pokładzie

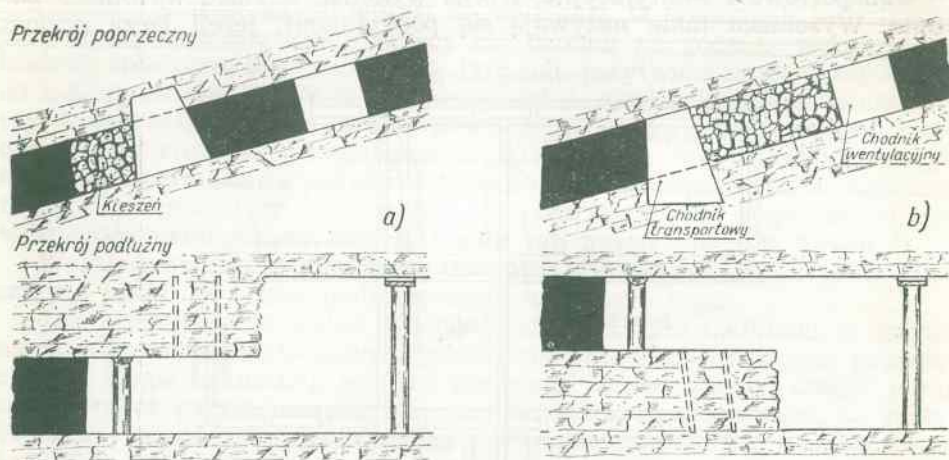
wydobywczy z wyżej leżącą częścią złoża, lub *upadowymi*, jeżeli łączą poziom z niżej położoną częścią złoża. Pochylnia służy do opuszczania urobku, upadowa zaś do wyciągania go do góry.

Jeżeli odległość pomiędzy głównymi chodnikami na różnych poziomach jest bardzo duża, drąży się między nimi (co 100 do 200 m) *chodniki pośrednie*, zwane również *piętrowymi*. Poza tym często zachodzi potrzeba połączenia z sobą chodników piętrowych *pochylniami piętrowymi*, które dzielą piętra na tzw. pola.

Są to najważniejsze roboty przygotowawcze konieczne do rozpoczęcia wybierania złoża, czyli tzw. *główne roboty przygotowawcze*. Przy wybieraniu pokładów cienkich najczęściej nie zachodzi potrzeba wykonywania innych wyrobisk, w pokładach jednak grubszych opisane wyrobiska przygotowawcze często nie wystarczają i wówczas trzeba wykonać *dodatkowe roboty przygotowawcze*, które omówiono przy poszczególnych systemach wybierania kopaliny użytecznej.

Szerokość chodników i pochylni zależy od stosowanych w kopalni środków transportowych i w przypadku chodników dwutorowych wynosi 3 do 4 m, a w przypadku jednotorowych 1,8 do 2,5 m. Wysokość wyrobisk dwutorowych waha się w granicach 2 do 3 m, jednotorowych 1,5 do 2,5 m. Jeżeli w pokładach cienkich wyrobiska o potrzebnych wymiarach nie mieszczą się w pokładzie, to drąży się je z przybierką stropu (rysunek 141 a) lub też częściej z przybierką spągu (rys. 141 b). Urobek pocho- dzący z przybierki albo wydaje się na zewnątrz, albo też układa się w rozszerzeniu chodnika, czyli tzw. *kieszeni* (rys. 141 a). Jeżeli dwa równoległe chodniki drąży się jednym szerokim przodkiem, to urobek kamienny układa się jako podszatkę między chodnikami (rys. 141 b).

Na rys. 142 podano schematyczny przekrój przez kopalnię węgla.



Rys. 141. Chodnik z przybierką
a — stropu, b — spągu

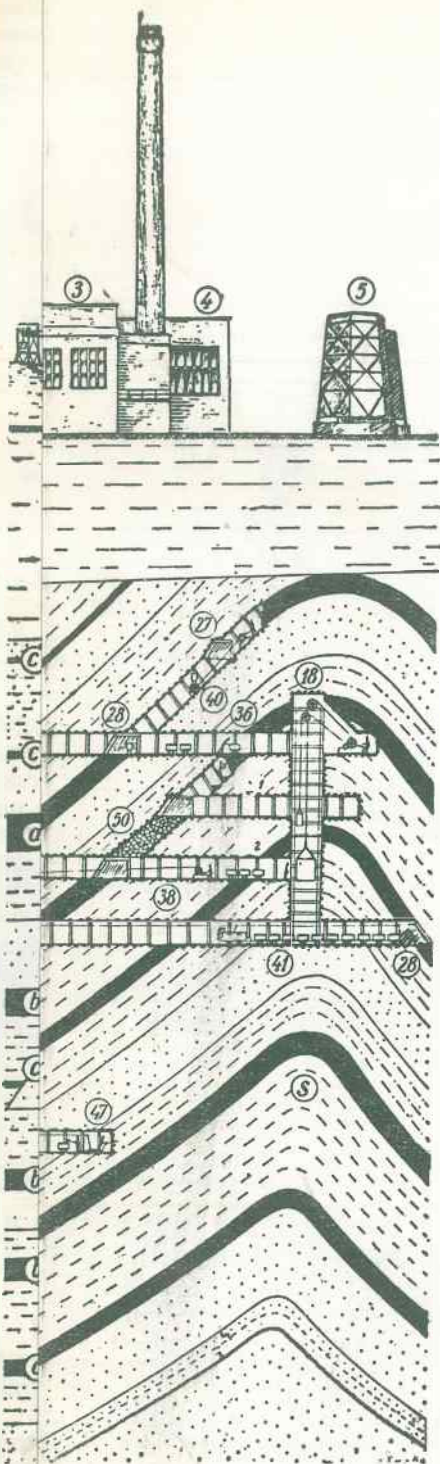
a. Urabianie materiałami wybuchowymi

Całokształt prac związanych z drążeniem wyrobisk chodnikowych w złożu obejmuje urabianie skały, ładowanie i transportowanie urobku oraz obudowanie powstałego wyrobiska.

Chodnikowe wyrobiska przygotowywacze (podobnie jak przecznice) drążono dawniej ręcznie, później natomiast robotami strzelniczymi. Początkowo do wiercenia otworów strzałowych używano wiertarek udarowych (patrz rys. 117). Jednakże z biegiem lat wiertarki udarowe pozostawiono tylko do skał twardszych (robót kamiennych), w węglu natomiast stosuje się wiertarki obrotowe.

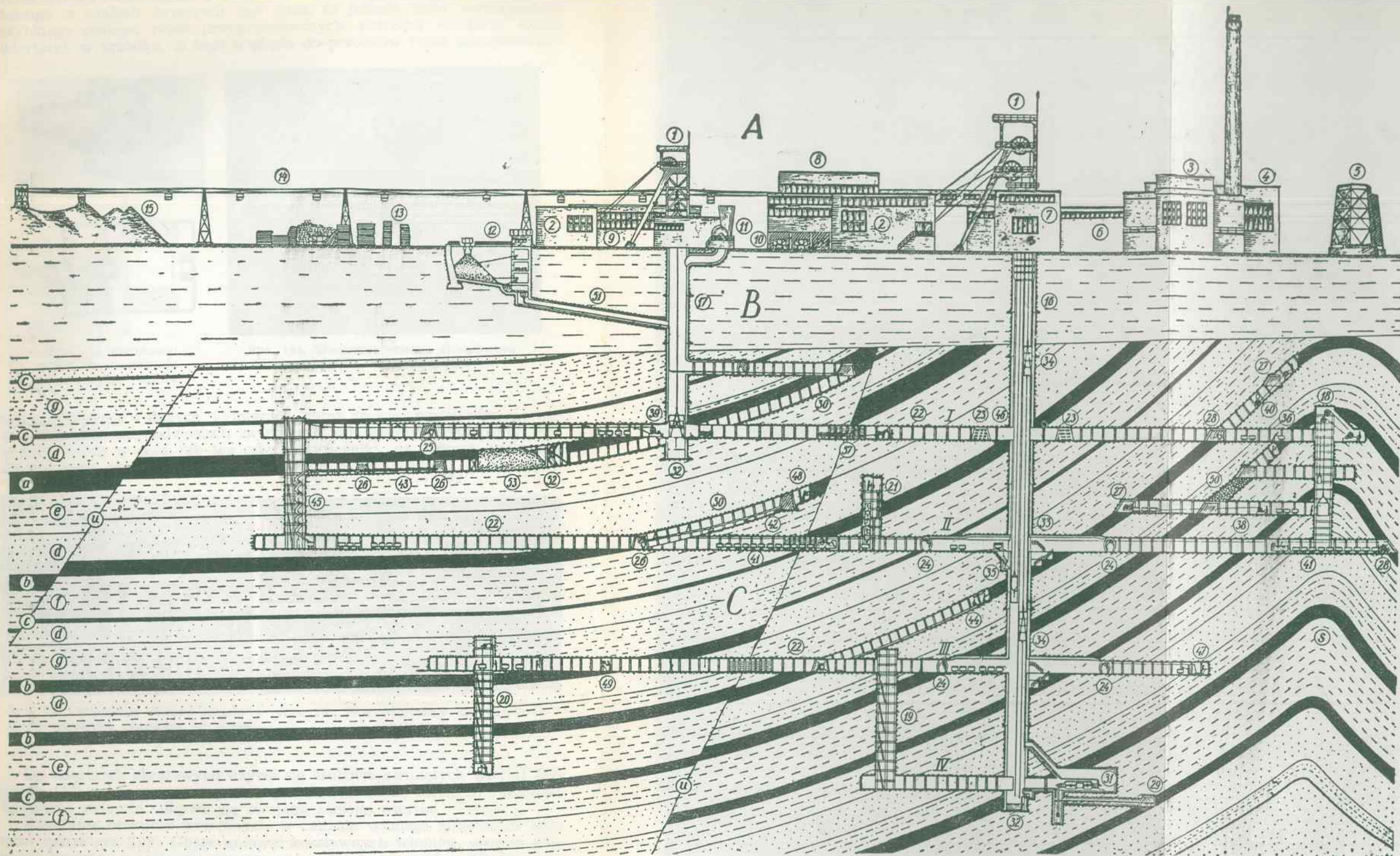
Wiertarki obrotowe mogą być elektryczne — napędzane silnikiem elektrycznym M (rys. 143) — lub pneumatyczne turbinką na powietrze sprężone. W obu przypadkach duże obroty silników redukuje się za pomocą przekładni kół zębnych 1 na 700 obr/min dla węgla i 300 obr/min dla skał twardszych na uchwycie 2 wiertła. Wiertarkami o ciężarze 10 do 17 kG pracuje się z ręki (rys. 144). Mają one najczęściej silniki mocy 0,6 do 1,0 kW.

Wiertarkami cięższymi o większej mocy silników pracuje się ze słupów podporowych (rys. 145), przy czym najczęściej zaopatruje się je



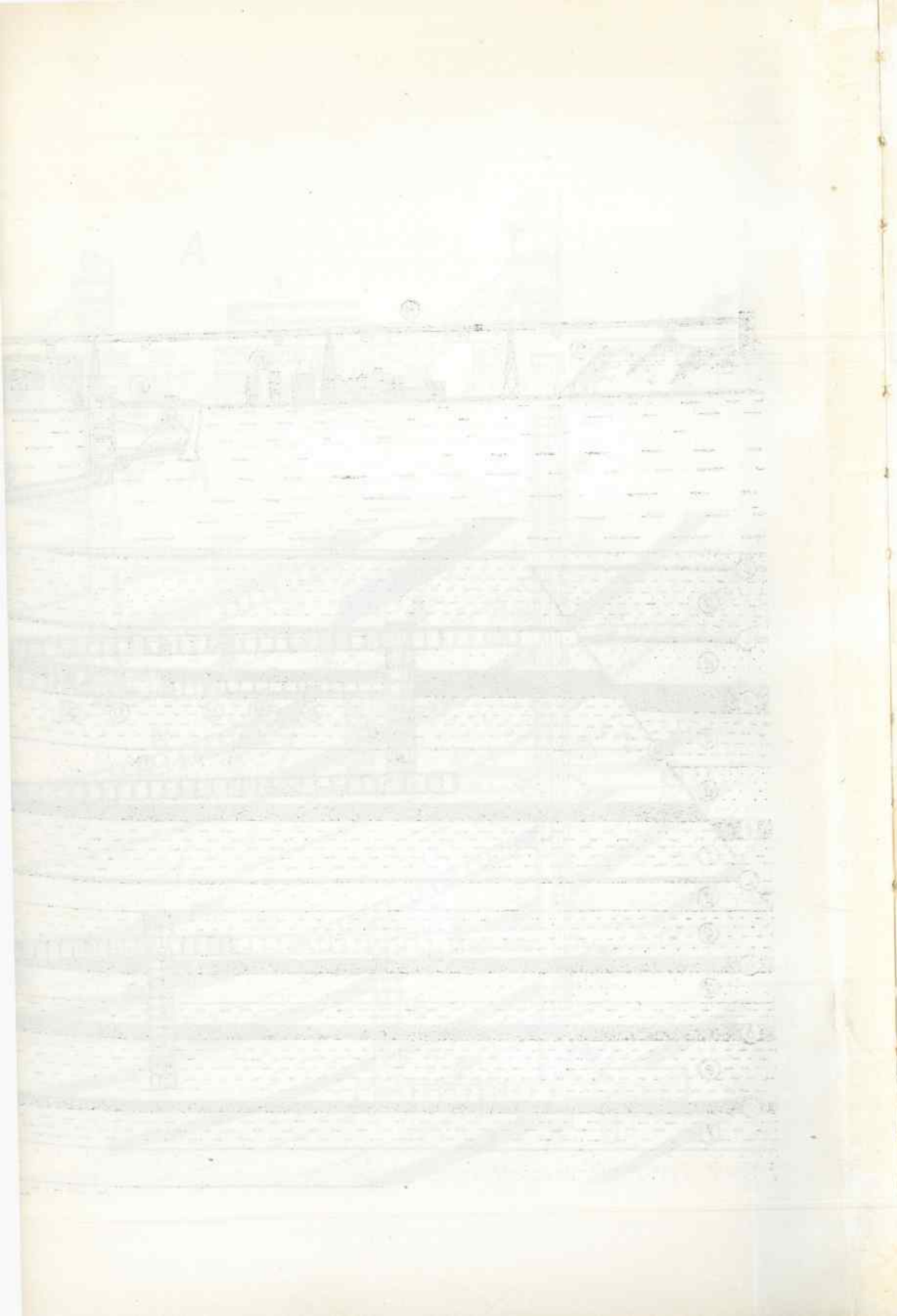
Rys. 142. Schematyczny przekrój przez kopalnię węgla

A — powierzchnia kopalni: 1 — wieża wyciągowa, 2 — budynek maszyn wyciągowej, 3 — budynek kotłowni, 4 — budynek elektrowni, 5 — wieża chłodnicza, 6 — znaczkownia i lampownia, 7 — łaźnia i szatnia, 8 — sortownia i płuczka, 9 — warsztaty, 10 — dworzec kopalniany, 11 — wentylator, 12 — most i lej podsadzkowy, 13 — skład drzewny, 14 — kolejka linowa, 15 — hałda skały pionnej; B — warstwy nadkładu; C — warstwy węglonośne: a — pokład węgla grubego, b — pokład węgla średniego, c — pokład węgla cienkiego, d — piaskowiec, e — łupek ilasty, f — łupek ilasty z przerostami węgla, g — łupek piaszczysty, s — siodło, u — uskoki; BC — podziemie kopalni: I — poziom pierwszy, II — poziom drugi, III — poziom trzeci, IV — poziom czwarty, 16 — szyb wyciągowy, zjazdowy i wdechowy, 17 — szyb wentylacyjny, drzewny i podsadzkowy, 18 — ślepy szyb wyciągowy z przeciwcieżarem, 19 — ślepy szyb wentylacyjny, 20 — ślepy szyb głębiny, 21 — ślepy szyb przebijany, 22 — przecznica, 23 — chodnik objazdowy (obudowa drewniana), 24 — chodnik objazdowy (obudowa murowana), 25 — przekop, 26 — chodnik w węglu po rozciągłości, 27 — chodnik z przybierką stropu, 28 — chodnik z przybierką spągu, 29 — chodnik wodny, 30 — pochylnia, 31 — komora pomp, 32 — rzep, 33 — podszybie, 34 — klatka (czteropiętrowa), 35 — podszybie skipowe i skip (w szybie), 36 — przewóz ręczny, 37 — przewóz konny, 38 — przewóz linowy kołowrotem, 39 — przewóz linowy bez końca, 40 — przewóz pochylniany na podwózku, 41 — przewóz elektrowozami, 42 — odstawa przenośnikiem wstrząsanym, 43 — odstawa przenośnikiem taśmowym, 44 — odstawa żłobami nieruchomymi (zsuwnia), 45 — odstawa zsuwnią śrubową w szybie ślepy, 46 — tama wentylacyjna, 47 — roboty w kamieniu, 48 — roboty w węglu, 49 — pomiary podziemne, 50 — podsadzka sucha pełna, 51 — przecznica z rurociągiem podsadzkowym, 52 — zawarcie podsadzkowe, 53 — podsadzka plynna

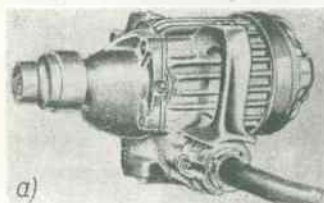


Rys. 142. Schematyczny przekrój przez kopalnię węgla

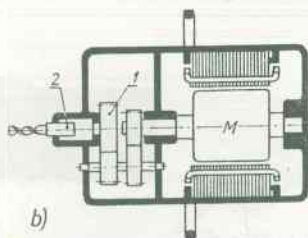
A — powierzchnia kopalni: 1 — wieża wyciągowa, 2 — budynek maszyny wyciągowej, 3 — budynek kotłowni, 4 — budynek elektrowni, 5 — wieża chłodnicza, 6 — znaczownia i lampownia, 7 — łaźnia i szatnia, 8 — sortownia i płucznica, 9 — warsztaty, 10 — dworzec kopalniany, 11 — wentylator, 12 — most i lej podsadzkowy, 13 — skład drewny, 14 — kolejka linowa, 15 — hałda skały piennej; B — warstwy nadkładu; C — warstwy węglonośne: a — pokład węgla grubego, b — pokład węgla średniego, c — pokład węgla cienkiego, d — piaskowiec, e — łupek ilasty, f — łupek ilasty z przerostami węgla, g — łupek piaszczysty, h — siodło, i — uskok; BC — podziemie kopalni: I — poziom pierwszy, II — poziom drugi, III — poziom trzeci, IV — poziom czwarty, 16 — szyb wyciągowy, zjazdowy i wdechowy, 17 — szyb wentylacyjny, 18 — szyb i podsadzkowy, 19 — ślepy szyb wyciągowy z przeciwcieżarem, 20 — ślepy szyb wentylacyjny, 21 — ślepy szyb przebijany, 22 — przecznica, 23 — chodnik objazdowy (obudowa drewniana), 24 — chodnik objazdowy (obudowa murowa), 25 — przekop, 26 — chodnik w węglu po rozciągłości, 27 — chodnik z przybierką stropu, 28 — chodnik z przybierką spągu, 29 — chodnik wodny, 30 — pochylnia, 31 — komora pomp, 32 — rzap, 33 — podszybie, 34 — klatka (czteropiętrowa), 35 — podszybie skipowe i skip (w szybie), 36 — przewóz ręczny, 37 — przewóz konny, 38 — przewóz linowy kołowrotem, 39 — przewóz liną bez końca, 40 — przewóz pochylniany na podwózku, 41 — przewóz elektrowozami, 42 — odstawa przenośnikiem wstrząsanym, 43 — odstawa przenośnikiem taśmowym, 44 — odstawa żłobami nieruchomymi (zsuwnia), 45 — odstawa zsuwnia śrubową w szybie ślepy, 46 — tama wentylacyjna, 47 — roboty w kamieniu, 48 — roboty w węglu, 49 — pomiary podziemne, 50 — podsadzka sucha pełna, 51 — przecznica z rurociągiem podsadzkowym, 52 — zawarcie podsadzkowe, 53 — podsadzka plynna



w urządzenia do posuwu mechanicznego napędzane silnikiem wiertarki lub też oddzielnym silnikiem. Pomimo że prędkość wiercenia obrotowego w skałach kruchych jest duża, to jednak przy wymaganiach szybkiego postępu robót przygotowawczych potrzeba większej liczby wiertarek w przodku. Z tego względu do przodków robót przygotowaw-



a)



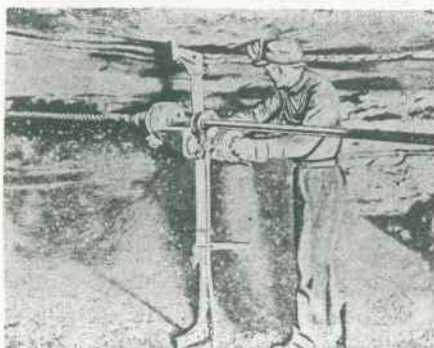
b)

Rys. 143. Obrótowa wiertarka elektryczna
a — widok, b — schemat

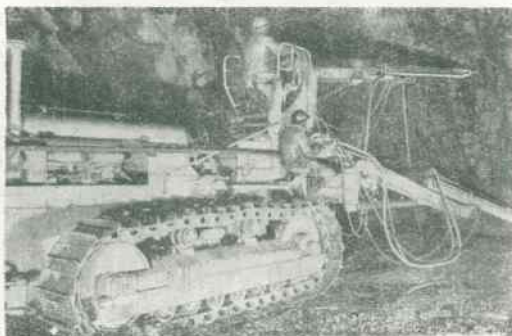


Rys. 144. Wiercenie otworu strzałowego wiertarką obrotową z ręki

czych, zwłaszcza o dużych wymiarach, coraz częściej wprowadza się wozy wiertnicze na podwoziach szynowych lub gąsienicowych (rys. 146), zaopatrzonych w dwa lub też cztery wysięgniki, na których umieszcza się wiertarki obrotowe, często z posuwem hydraulicznym.



Rys. 145. Wiercenie otworu strzałowego wiertarką obrotową ze słupa podporowego

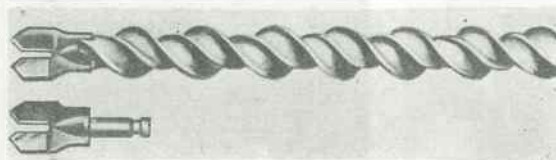


Rys. 146. Wóz wiertniczy dla wiertarek obrotowych

Do wiertarek obrotowych używa się śrubowo zwiniętych wiertel (rysunek 147) zakończonych wymiennymi końcówkami, zwanych *raczkami*. Usuwanie zwiercin odbywa się zwojami samego wiertła.

Strzelanie otworów wierconych w caliznie wymaga stosowania włomów (patrz rys. 108). Chcąc uniknąć kosztownych włomów, zaczęto najpierw ręcznie, a następnie maszynowo wykonywać wręby. Wrębem na-

zywa się wąskie podcięcie (70 do 240 mm) wykonane w caliznie w celu ułatwienia odstrzelenia skały. Wrąb wykonuje się najczęściej w samym pokładzie równolegle do uwarstwienia, przy czym może się on znajdować przy spągu (rys. 148 a), w środku pokładu (rys. 148 b) lub też przy stropie (rys. 148 c). Znacznie rzadziej wykonuje się wręby pionowe lub skośne do uwarstwienia. Ponieważ przy wrębieniu powstaje rozdrobio-



Rys. 147. Wiertło do wiercenia obrotowego wraz z raczkiem



Rys. 148. Rodzaje wrębów w pokładzie
a — przy spągu, b — w środku, c — przy stropie

ny materiał, czyli *wrębownicy*, przeto dla uniknięcia niszczenia węgla wskazane jest wykorzystanie mniej twardych przerostów skał płonnych do wykonania w nich wrębu (np. rys. 148 b).

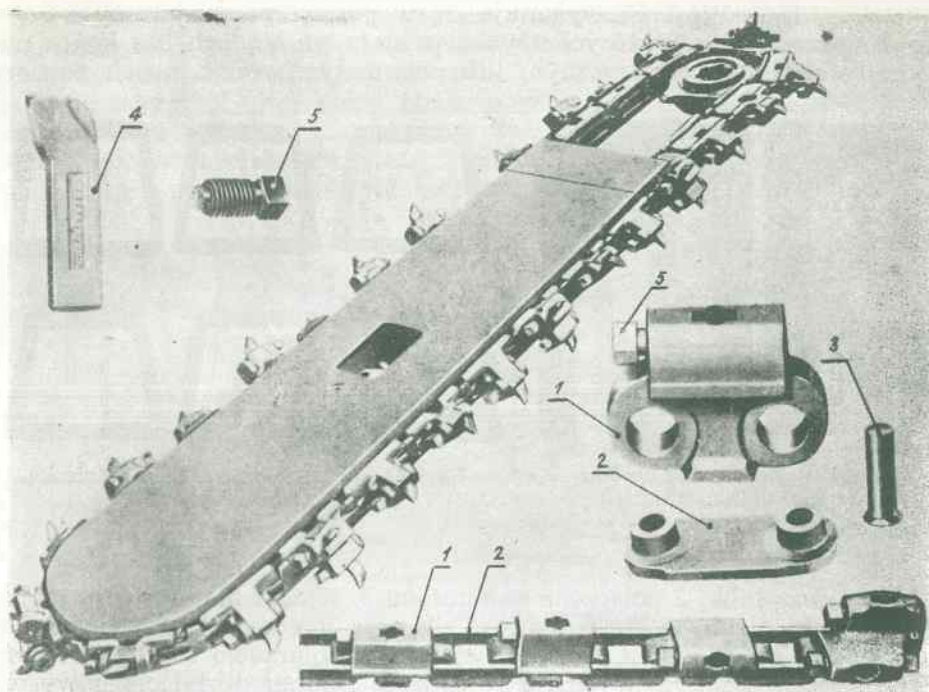
Maszyny wrębowe, czyli *wrębiarki*, stosowane w wyrobiskach chodnikowych, mogą być odbijające, wycinające lub też wierzące. *Wrębiarki*



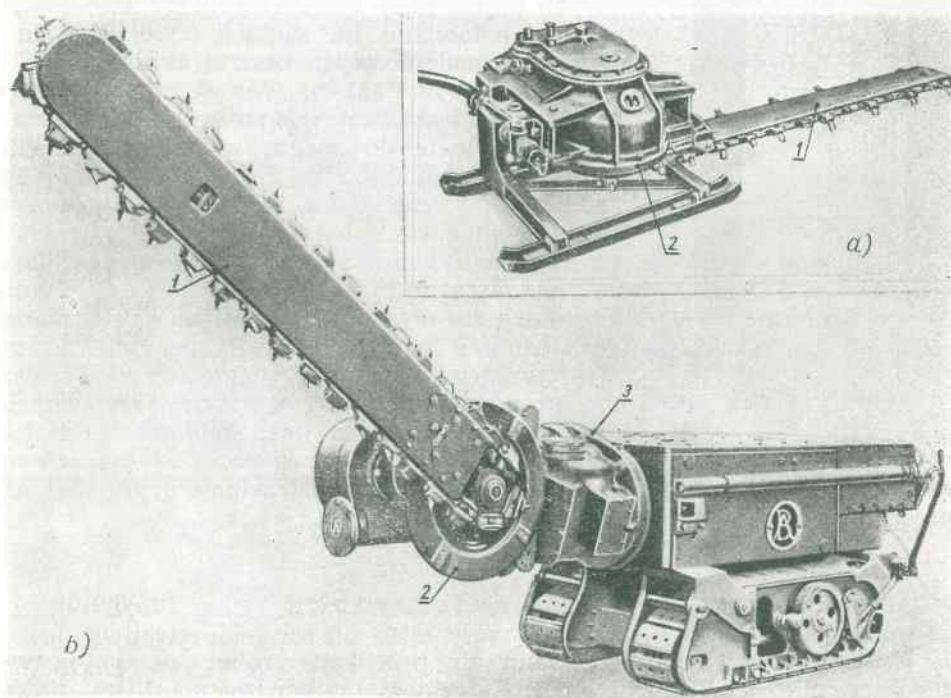
Rys. 149. Chodnikowa wrębiarka odbijająca w przodku

odbijające (udarowe) są pod względem konstrukcyjnym (rys. 149) zbliżone do ciężkich wiertarek udarowych napędzanych powietrzem sprężonym. Poruszający się tłok związany z żerdzią 1 i koronką 2 uderza o caliznę, odbijając urobek. Aby te uderzenia następowały w pewnej płaszczyźnie, osadza się wrębiarki na słupie rozporowym za pomocą sektora (czyli wycinka koła ślimakowego 3 i ślimaka 4). Przez obrót ślimaka odchyła się wrębiarkę na boki i w ten sposób koronka wykonuje szparę wrębową. Aby szpara ta pogłębiała się w skale, całą wrębiarkę przesuwają w przód za pomocą śruby pociągowej napędzanej korbką. Podczas pracy wrębownicy usuwa się za pomocą gracki 5.

Obecnie najbardziej rozpowszechnione w kopalniach są *wycinające wrębiarki łańcuchowe*, które podcinają caliznę skalną za pomocą wręb-



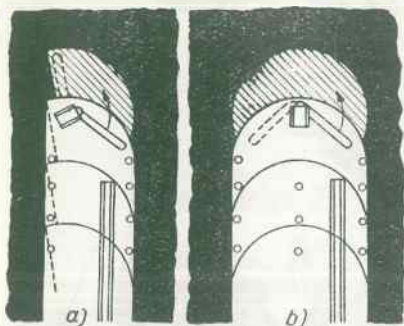
Rys. 150. Wrębnik wrębiarki łańcuchowej i jego części



Rys. 151. Chodnikowa wrębiarka łańcuchowa

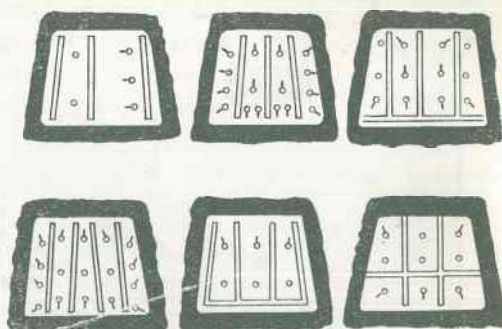
a — lekka wrębiarka na saniach, b — wrębiarka uniwersalna na podwoziu gąsienicowym

nika (rys. 150). Wrębnik wykonuje się w postaci płaskiej ramy z rowkami na obwodzie, w których szybko porusza się łańcuch bez końca napędzany silnikiem elektrycznym lub pneumatycznym. Łańcuch zawiera



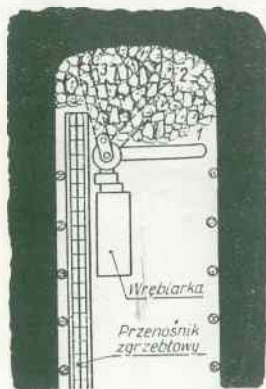
Rys. 152. Wykonanie wrębu wrębiarką na saniach

a — w chodniku wąskim, b — w chodniku szerokim



Rys. 153. Wręby wykonane wrębiarką uniwersalną

kłódki 1 oraz łubki 2 połączone sworzniami 3. Kłódki mają otwory o różnych nachyleniach, w które wstawia się noże wrębowe 4, unieruchamiające śrubami zaciskowymi 5. W ten sposób wachlarzowo rozchylone noże wycinają w caliznie skalnej dostatecznie wysoki wręb, w którym łatwo mieści się wrębnik.



Rys. 154. Ładowanie urobku wrębiarką uniwersalną

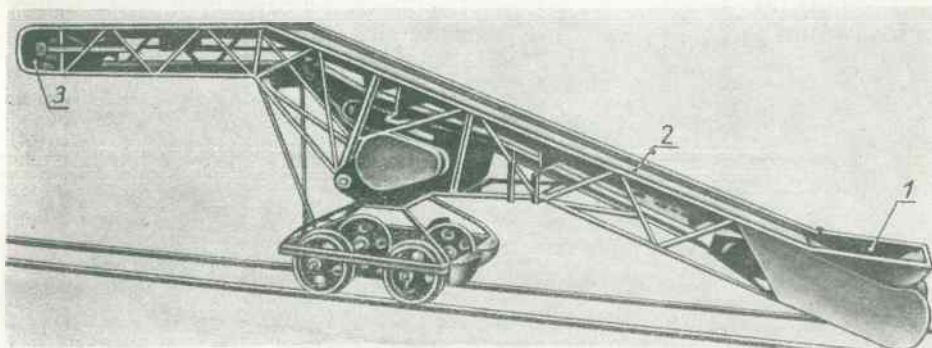
Spośród różnych konstrukcji wrębiarek łańcuchowych najbardziej rozpowszechniły się lekkie wrębiarki ustawiane na saniach (rys. 151 a) lub podwoziach gąsienicowych oraz ciężkie wrębiarki uniwersalne (rys. 151 b). W pierwszych podczas pracy wrębnik 1 odchyła się po łuku na obrotnicy 2 równolegle do spągu; w drugich, dzięki zawieszeniu wrębnika 1 na dwóch prostopadłych do siebie obrotnicach 2 i 3, możliwe jest wykonywanie dowolnie nachylonego wrębu.

W wąskich chodnikach wykonuje się wrębiarkami na saniach (rys. 152 a) wręb po półłuku, w szerokich zaś (rys. 152 b) po łuku. Wrębiarkami uniwersalnymi najczęściej wykonuje się jeden wręb równoległy do uwarstwienia (rys. 153) oraz kilka wrębów pionowych. W tych przypadkach można założyć mniejszą liczbę otworów strzałowych oraz znacznie przyspieszyć postęp robót, zwłaszcza że łańcuchem wrębiarki można również ładować urobek po odstrzeleniu (rys. 154) na przenośnik zgrzeblowy.

b. Ładowanie urobku

Urobek początkowo ładowano w przodkach robót przygotowawczych ręcznie przy użyciu łopat. Z biegiem lat bardzo uciążliwą pracę ręczną zaczęto jednak ułatwiać lub zastępować maszynami, z których stosuje się obecnie podawarki i ładowarki.

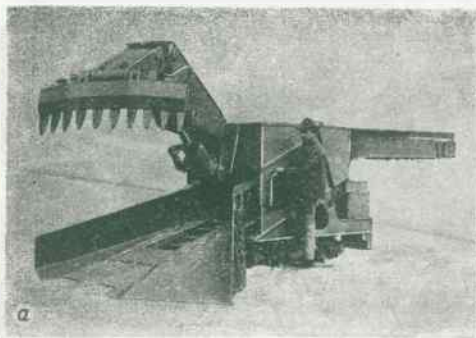
Podawarki (rys. 155) są to krótkie przenośniki taśmowe lub zgrzeblowe, umieszczone na podwoziu i składające się z leja załadowniczego 1 oraz pochylej ramy 2 zakończonej zwrotnią 3. Po ramie porusza się taśma lub łańcuch ze zgrzeblami, który podnosi wrzucany łopatami urobek z leja załadowniczego i wysypuje go do podstawianych pod zwrotnię wozów. Zastosowanie podawarek zwiększa wydajność ładowczy (mała wysokość podnoszenia urobku łopatami), lecz nie mechanizuje całkowicie procesu ładowania.



Rys. 155. Podawarka taśmowa

Ładowarki natomiast mechanizują wszystkie bez wyjątku zabiegi ładowania, przy czym specjalnie dla robót przygotowawczych zbudowano bardzo dużą liczbę ich konstrukcji. Obecnie w praktyce najbardziej rozpowszechnione są ładowarki gracowe, zgrzeblowe, talerzowe, łapowe i wstrząsane.

Ładowarki gracowe (rys. 156) są zbudowane w ten sposób, że do podawarki zgrzeblowej jest u przodu dobudowany wspornik, na którym umieszcza się ramiona, uruchamiane za pomocą cylindrów hydraulicz-



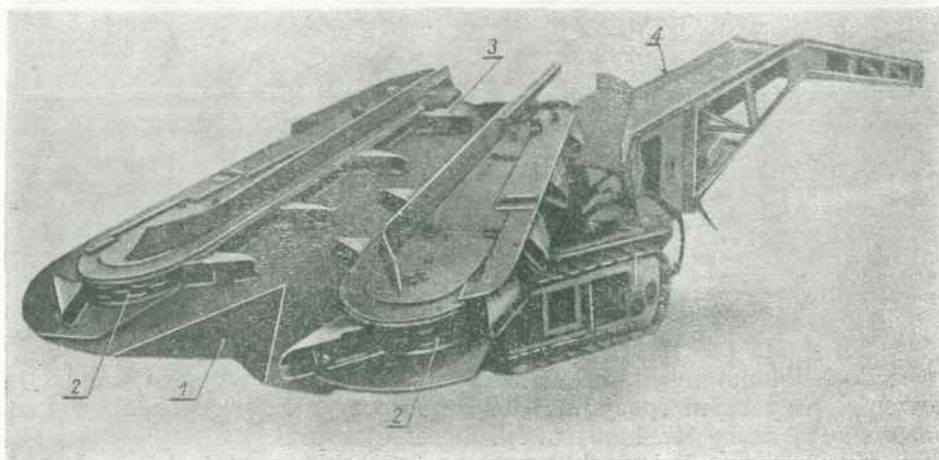
Rys. 156. Ładowarka gracowa
a — wysuwanie gracy, b — nagarnianie urobku

nych szeroką gracę. Przy ruchu ku przodkowi graca jest podniesiona nad urobek, przy ruchu zaś ku ładowarce jest opuszczona i przesuwająca urobek na podawarkę, która z kolei podaje go do wozów. Ładowarka może odchylić się na boki, a więc zabierać urobek z dowolnego miejsca przodku.

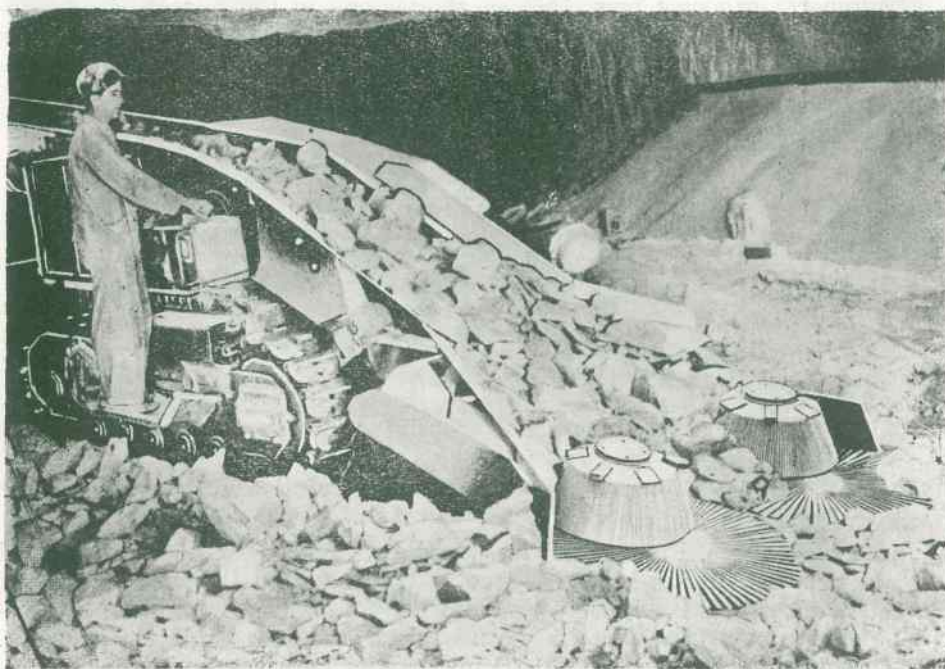
Ładowarki zgrzeblowe (rys. 157) mają część ładującą wykonaną w postaci pochylej blachy 1, na której umieszczone są dwie ramy, po których

poruszają się dołem ku sobie dwa łańcuchy bez końca 2 zaopatrzone w mocne zgrzebła wspornikowe 3. Zgrzebła te zgarniają urobek ze spągu i przesypują na taśmę lub łańcuchy zgrzeblowe podawarki 4. Podawarka zaś podnosi i wysypuje urobek do wozów lub innych środków transportowych. Ładowarki ustawia się na podwoziach gąsienicowych lub oponowych, dzięki czemu są one bardzo zwrotne i mogą zabierać urobek z dowolnego miejsca przodku.

Ładowarki talerzowe (rys. 158) mają część ładującą wykonaną w postaci jednej lub dwóch tarcz o powierzchniach żebrowanych. Cała maszyna ustawiona jest na podwoziu gąsienicowym, którym podczas pracy wci-



Rys. 157. Ładowarka zgrzeblowa

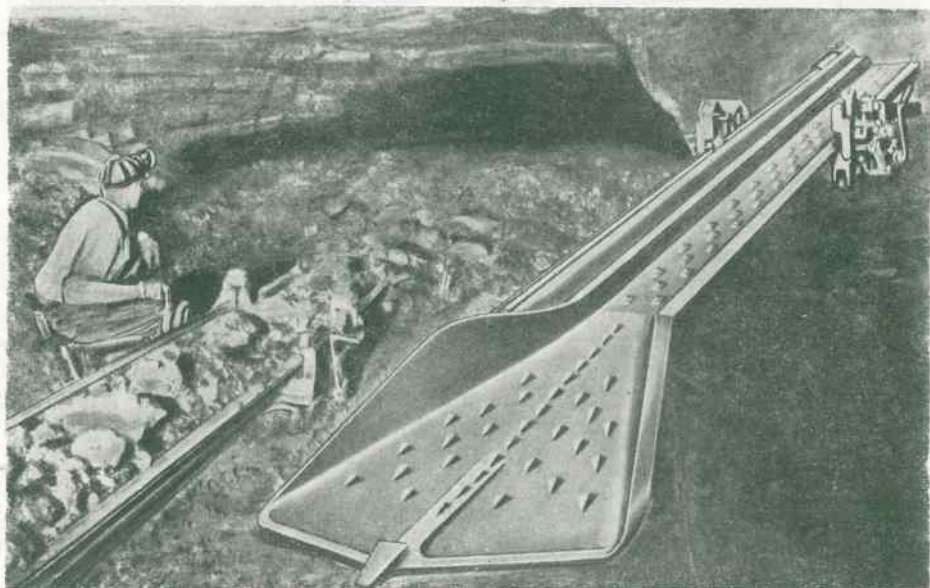


Rys. 158. Ładowarka talerzowa

skana jest w urobek. Obracające się dołem ku sobie tarcze porywają urobek i przerzucają go na przednią podawarkę zgrzeblową. Z niej zaś urobek najczęściej dostaje się na tylną podawarkę taśmową i następnie do wozów. Maszyna jest sterowana hydraulicznie, a więc całą część ładującą można podnosić cylindrami hydraulicznymi, a podawarkę tylną można podnosić i odchylać na boki.



Rys. 159. Ładowarka łopowa



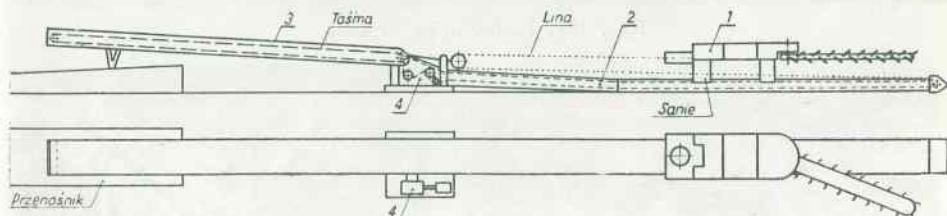
Rys. 160. Ładowarka wstrząsana

Ładowarki łapowe (rys. 159) mają część ładującą wykonaną w postaci pochylej blachy 1, na której obracają się dwie tarcze 2. Na mimośrodowych czopach 3 tych tarcz oraz korbach pomocniczych 4 są umieszczone dwie łapy 5, które wskutek wymuszonego prowadzenia wykonują ruchy przypominające ruchy ludzkich rąk zgarniających urobek. Łapy te przetrzucają urobek na podawarkę zgrzeblową, przenoszącą go do wozów.

Ładowarki wstrząsane (rys. 160) mają część ładującą wykonaną w kształcie łopaty, która za pomocą urządzenia posuwu i rynny przegubowej jest dołączona do ogólnego ciągu przenośnika wstrząsanego. Przy gwałtownym ruchu przenośnika do czoła przodku łopata wbija się w urobek i załadowuje się; przy łagodnym ruchu wstecznym urobek jest przenoszony wraz z rynnami, czyli zabierany z przodku. Do przedłużenia ładowarki w miarę usuwania urobku służy urządzenie posuwu. Ładowarkę odchyła się na boki ręcznie.

c. Mechanizacja urabiania i ładowania w wyrobiskach przygotowawczych

Stosowanie dwóch maszyn (wrębiarki i ładowarki) w wąskich przodkach robót przygotowawczych jest niewygodne. Z tego powodu stosuje się chętnie ładowanie wrębiarką uniwersalną lub też buduje się tzw. zespoły wrębiaco-ładujące¹⁾. Zespół taki (rys. 161) składa się z wrębiarki ścianowej 1, ustawionej na saniach, które znow spoczywają na rynnach 2, wziętych z pancernego przenośnika zgrzeblowego. Poza tym do urządzenia należy wysięgnica 3 oraz napęd 4 uruchamiający taśmę. Taśma przebiega po wysięgnicy i rynnach przenośnika zgrzeblowego oraz przechodzi przez dwie zwrotnie znajdujące się na obu końcach urządzenia. Najpierw wrębiarka robi się wręb, następnie cofa ją wstecz, a rynny



Rys. 161. Zespół wrębiaco-ładujący S-Z

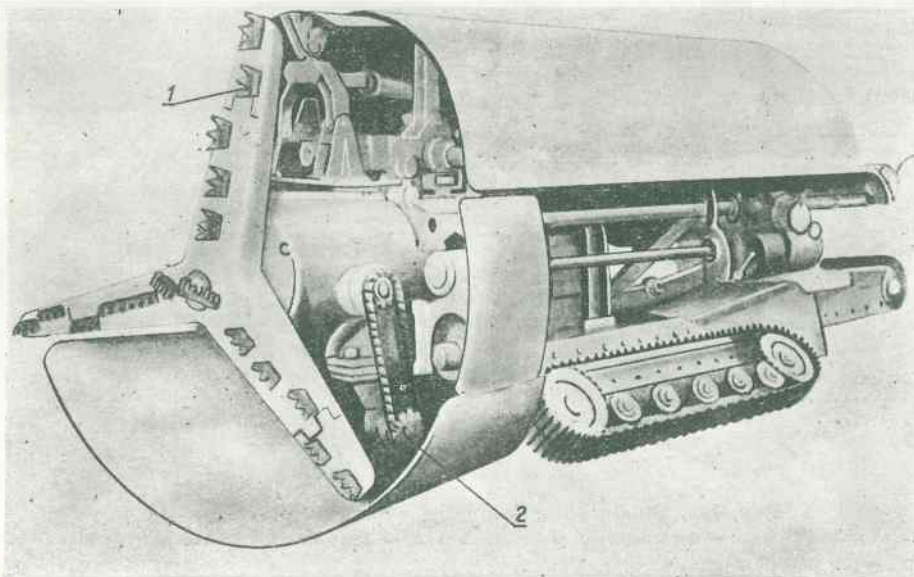
pancernego przenośnika nakrywa się płytami osłonowymi. Z kolei wierci się otwory, ładuje i strzela. Po odstrzeleniu zdejmują się płyty osłonowe, dzięki czemu nagromadzony nad nimi urobek zsuwa się na taśmę podawarki i jest nią transportowany na wysięgnicę, skąd spada do przenośnika. Pozostały w przodku urobek ładuje się łańcuchem wrębnika, przy równoczesnym dosuwaniu wrębiarki do czoła przodku. Niewielką część urobku pozostającą poniżej przenośnika ładuje się ręcznie, po czym cały zespół dosuwa się do nowego czoła przodku i rozpoczyna nowy cykl pracy.

Nowoczesna technika górnicza nie zadawała się jednak zespołami choćby najlepiej dobranych maszyn, gdyż uzyskiwane nimi prędkości ro-

¹⁾ W Polsce rozpowszechniły się dwa rodzaje zespołów: S-Z (pomysł Szmatałocha i Żelawskiego) oraz PAT (pomysł Palki i Tymińskiego).

bót przygotowawczych są niewystarczające, aby nadażyć za całkowicie zmechanizowanym wybieraniem. Stąd w świecie górniczym zarysowuje się wyraźna dążność do wykonywania robót przygotowawczych *maszynami zespołowymi*, czyli kombajnami.

Maszyny zespołowe wykonują równocześnie co najmniej dwie operacje wybierania, najczęściej urabianie calizny i ładowanie urobku. W ostatnim dziesięcioleciu powstały dziesiątki nowych maszyn zespołowych, przeznaczonych do wykonywania chodników. Chodnikowe maszyny zespołowe dzieli się zależnie od sposobów urabiania calizny skalnej na: wierzące, wycinające, frezujące, odbijające oraz kombinowane. Te ostatnie urabiają caliznę skalną co najmniej dwoma sposobami jednocześnie. Dalszy ich podział przeprowadza się na podstawie użytych do urabiania części urabiających, czyli tzw. głowic urabiających.



Rys. 162. Chodnikowy kombajn wierzący ramionowy

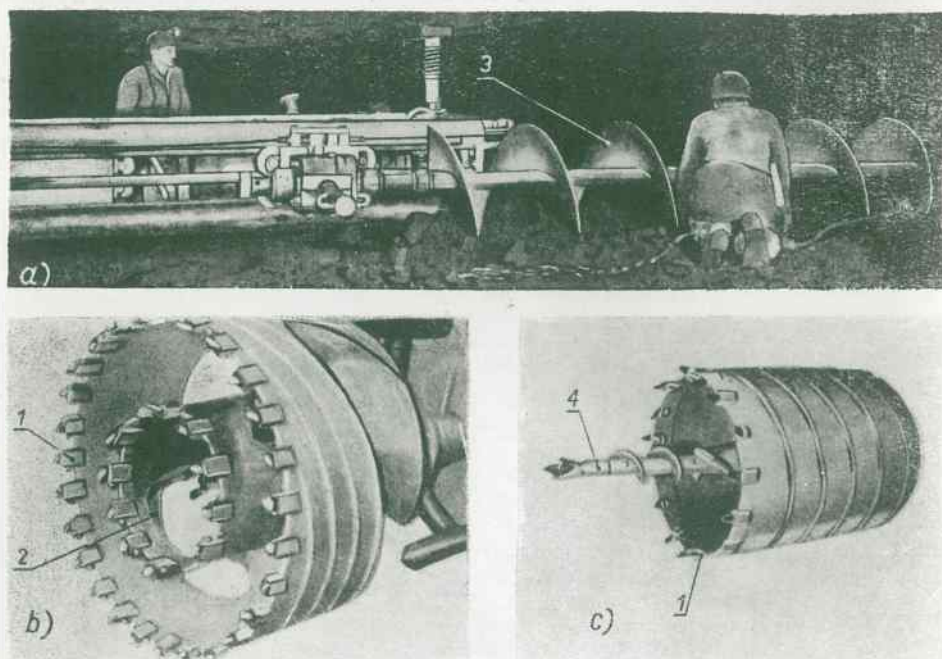
Wierzące kombajny ramionowe (rys. 162) urabiają caliznę skalną przez zwiercanie z niej urobku za pomocą obracających się ramion 1, zaopatrzonych w ostrza. Obracające się ramiona drążą wyrobisko o przekroju okrągłym średnicy 2 do 3 m. Aby nadać wyrobisku przekrój arkadowy, u spodu maszyny działają dwa rozszerzacze frezowe 2.

Urobek odrywany ostrzami ramion od calizny spada na spodek wyrobiska, skąd jest zabierany kubelkami, podnoszony w górę i wysypywany na podawarkę taśmową. Z podawarki urobek dostaje się do dalszych środków transportowych.

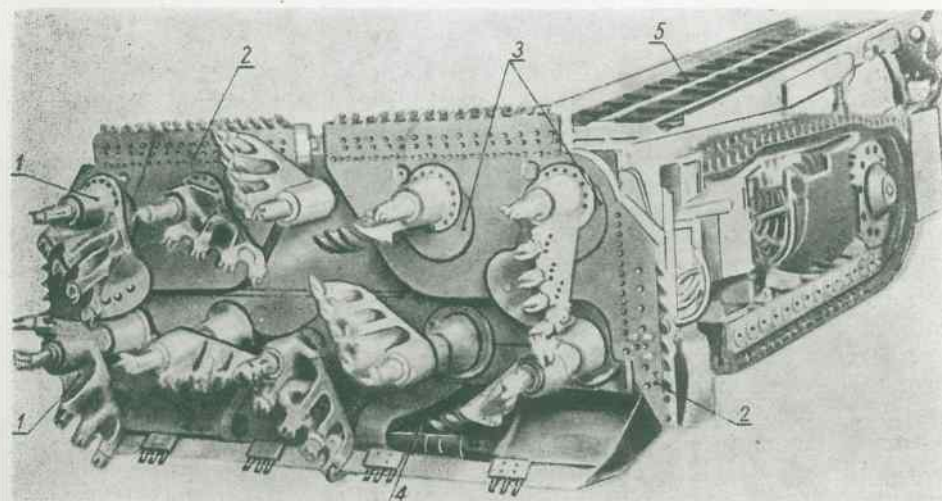
Wierzące kombajny pierścieniowe (rys. 163 a) urabiają caliznę skalną przez zwiercanie z niej urobku za pomocą obracających się pierścieni 1 i 2 (rys. 163 b) zaopatrzonych na czołowej powierzchni w ostrza. Obrót pierścieni uzyskuje się przez żerdzie 3 zaopatrzone w zwoje ślimakowe. Zwoje ślimakowe służą do usuwania powstającego urobku. Posuwu głowicy urabiającej do przodu najczęściej dokonuje się cylindrami hydraulicznymi.

Obracające się pierścienie drążą wyrobisko o przekroju okrągłym średnicy 0,6 do 1,4 m. Aby ułatwić rozpadanie się odwierconych rdzeni, częstokroć w środku pierścieni daje się wydłużone wiertło 4 (rys. 163 c). Wiertło to ma stale zwiększającą się średnicę, dzięki czemu działa jak klin, rozszadza rdzeń.

Wierzące kombajny wiertłowe (rys. 164) urabiają caliznę skalną przez zwiercanie z niej urobku za pomocą obracających się wiertel wielopióro-



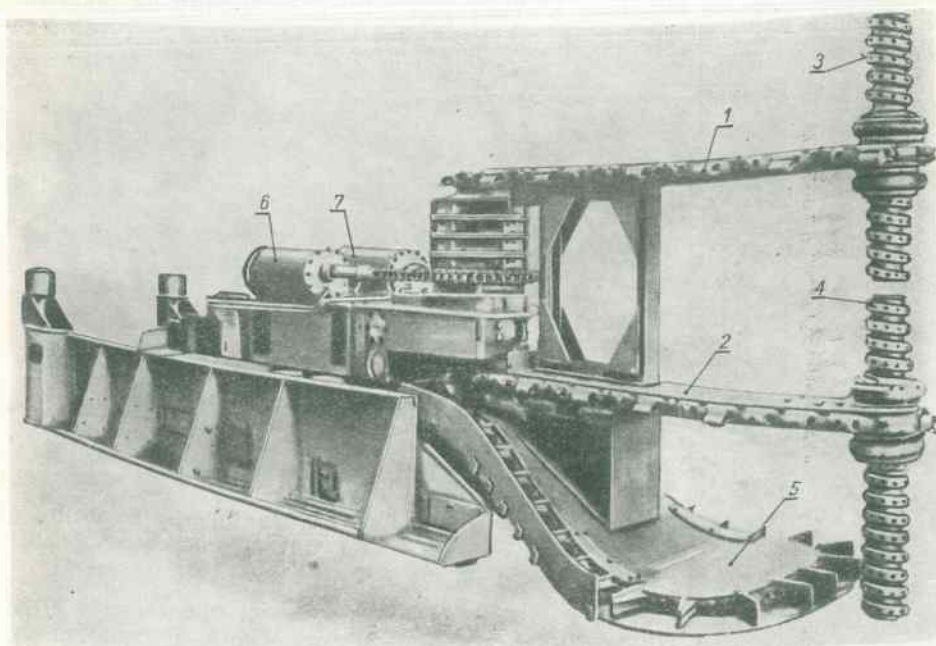
Rys. 163. Chodnikowy kombajn wierzący pierścieniowy
a — kombajn w przodku, b i c — koronki wiertnicze



Rys. 164. Chodnikowy kombajn wierzący wiertłowy

wych 1 zaopatrzonych w ostrza. Wiertła umieszczono w dwóch rzędach. Drażą one w zasadzie wyrobisko podługowate o zaokrąglonych ociosach i nierównym pułapie i spągu. Do usunięcia nierówności pułapu i ociosów stosuje się kątowe płyty uźębione 2, którym nadaje się ruch wahadłowy z mimosrodów 3. Spodek natomiast wyrównuje się ostrzem płyty, w której znajduje się zwrotnia 4 podawarki zgrzeblowej 5. Urobek spadając na spodek dostaje się na zgrzebla podawarki, która przenosi go do środków transportowych.

Wycinające kombajny o wrębnikach prostych urabiają caliznę skalną przez wycinanie z niej pasów urobku za pomocą jednego lub kilku wrębników prostych. Na przykład kombajn przedstawiony na rys. 165, ma dwa wrębniiki łańcuchowe 1 i 2 oraz dwa wrębniiki żerdziowe 3 i 4, które

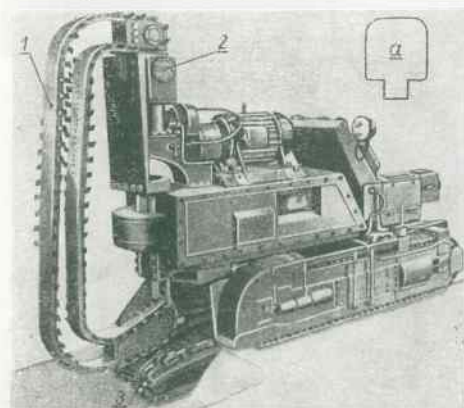


Rys. 165. Chodnikowy kombajn wycinający o wrębnikach prostych

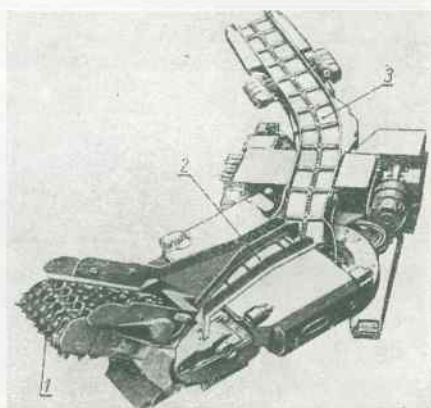
wykonując ruch wahadłowy od jednego ociosu chodnika do drugiego wycinają z calizny węgiel. Urobek spada na spąg skąd zabierają go zgrzebla ładowarki 5 i podają do środków transportowych. Ruch wahadłowy nadają wrębnikom dwa cylindry hydrauliczne 6 i 7, które działają na przemian.

Wycinające kombajny o wrębnikach pierścieniowych urabiają caliznę skalną przez wycinanie z niej pasów urobku za pomocą wrębniika pierścieniowego. Przykładem takiego kombajnu może być maszyna (rys. 166), której podwójny wrębniik pierścieniowy 1 jest zawieszony na obrotowym wsporniku 2 i zaopatrzony z obu stron w łańcuchy wrębowe. Wykonując ruch wahadłowy od jednego ociosu chodnika do drugiego, wrębniik ścina za każdym wahnięciem pas węgla około 200 mm. Kombajny te przeznaczone są do wykonywania chodników odwadniających w węglu brunatnym (patrz szczegół a). Dlatego też maszyna zaopatrzona jest w zgrzeblową ładowarkę 3, która równocześnie wykonuje ściek.

Frezujące kombajny łańcuchowe urabiają caliznę skalną przez sfrezowywanie z niej urobku za pomocą poruszających się łańcuchów wrębowych. Przykładem takiej maszyny może być kombajn pokazany na rysunku 167, gdzie sześć równoległych łańcuchów wrębowych poruszających się między dwoma wałami tworzy głowicę urabiającą 1. Głowica ta jest osadzona na podwoziu gąsienicowym w ten sposób, że może być wysuwana do przodu, podnoszona lub opuszczana oraz odchylana na boki. Stosunkowo wąska głowica urabiająca (76 cm) zmusza do urabiania węgla poszczególnymi pasami pionowymi. W tym celu opuszczoną głowicę odchyła się na prawo od skrajnego położenia, uruchamia się frez łańcuchowy i wysuwa w przód o 45 cm. W ten sposób wykonuje się początkowy wręb. Z kolei podnosi się głowicę, dzięki czemu urabia się pas węgla $76 \times 45 \times 250$ cm. Urobek spadając na łańcuchy głowicy jest nimi przerzucany na podawarkę przednią 2 (związaną z głowicą), z niej zaś przez podawarkę tylną 3 ładowany do wozów.



Rys. 166. Chodnikowy kombajn wycinający o wrębnikach pierścieniowych



Rys. 167. Chodnikowy kombajn frezujący łańcuchowy

Po wybraniu jednego pasa węgla, głowicę cofa się, opuszcza na spąg i rozpoczyna kolejne wybieranie następnych pasów węgla, aż osiągnie się lewy ocios chodnika. Następnie maszyna przesuwa się w przód i powtarza się nowy cykl pracy.

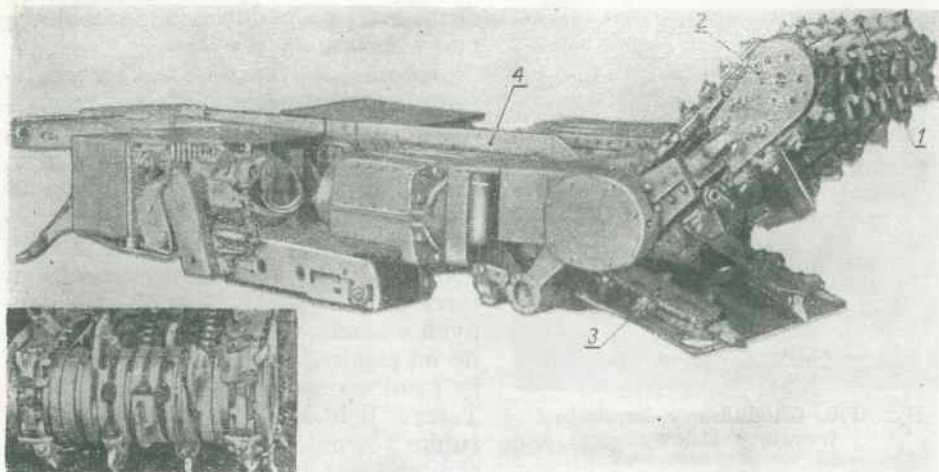
Frezujące kombajny bębnowe urabiają caliznę skalną przez sfrezowywanie z niej urobku za pomocą obracających się bębnow zaopatrzonych w ostrza. Kombajn pokazany na rys. 168 ma dziesięć tarcz 1 zaklinowanych na wspólnym wale, które tworzą bęben urabiający. Do napędzania bębna użyto dwóch łańcuchów wrębowych 2, które również urabiają caliznę. Głowica jest odchylana na boki i podnoszona w górę. Jest ona również stosunkowo wąska (760 do 1077 mm), czyli urabianie węgla prowadzi się jak w poprzedniej maszynie pionowymi pasami, lecz odmiennie, a mianowicie z góry na dół. Po wcięciu się freza w caliznę pod stropem na głębokość 40 do 50 cm głowica pod działaniem własnego ciężaru opuszcza się w dół urabiając węgiel.

Cały urobek spada na spąg, skąd zabierają go zgrzebla ładowarki zgrzeblowej 3 i przerzucają na podawarkę 4, a z niej dostaje się do wozów lub innych środków transportowych.

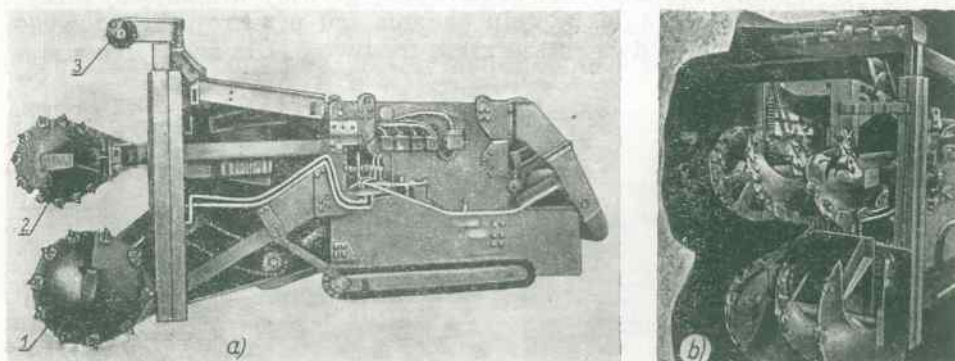
Frezujące kombajny ślimakowe urabiają caliznę skalną przez sfrezowywanie z niej urobku za pomocą obracających się ślimaków, których

zwoje zaopatruje się w ostrza. Na przykład głowicę urabiającą kombajnu pokazanego na rys. 169 tworzą trzy poziome ślimaki 1, 2 i 3. Ślimak dolny i górny są stałe, ślimak środkowy natomiast podczas pracy porusza się wahadłowo w płaszczyźnie pionowej. Urobek spada na spąg, skąd zabierają go zgrzebla ładowarki zgrzeblowej i podają do wozów.

Frezujące kombajny kulowe urabiają caliznę skalną przez sfrezowywanie z niej urobku za pomocą obracających się figur obrotowych (kul, stożków itd.) zaopatrzonych w ostrza. Przykładem takiej maszyny jest



Rys. 168. Chodnikowy kombajn frezujący bębnowy

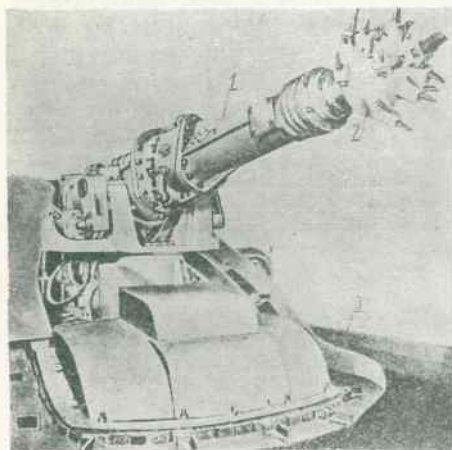


Rys. 169. Chodnikowy kombajn frezujący ślimakowy

kombajn (rysunek 170), który na długiej rurze 1 ma obracającą się kulę 2 zaopatrzoną w ostrza. Głowica może być odchylana w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Poruszając głowicę urabiającą w płaszczyźnie poziomej, najpierw wykonuje się poziomy wręb, następnie podnosi się głowicę wyżej i frezuje się kolejno coraz to nowe pasy węgla. Urobek spada na spąg, skąd zabierają go zgrzebla ładowarki zgrzeblowej 3 i po podniesieniu wysypują na podawarkę.

Kombajny wierząco-wycinające urabiają caliznę skalną przez równoczesne zwiercanie i wycinanie z niej urobku. Zależnie od części roboczej wykonującej wiercenie (ramiona, wiertła) oraz wykonującej wycinanie

(wrębniaki) mogą być różne konstrukcje tych maszyn. Najczęściej w chodnikach używa się maszyn *ramionowo-wrębnikowych* (rys. 171). Część wiercąca ich głowicy składa się z dwóch zespołów ramion 1 i 2 zaopatrzonych w ostrza, część zaś wycinająca z jednego 3 lub częściej dwóch łańcuchów wrębnych przechodzących przez ramy wrębne 4 i 5 umieszczone przy stopie i spągu wyrobiska. Dzięki działaniu obu tych części

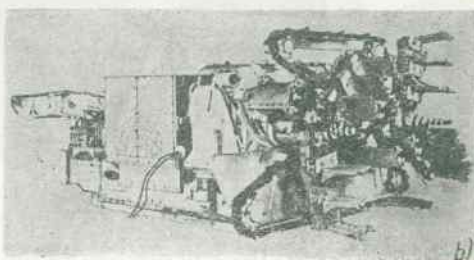
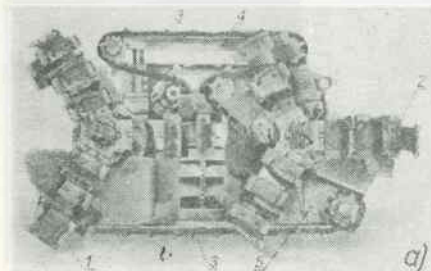


Rys. 170. Chodnikowy kombajn frezujący kulowy

głowicy otrzymuje się wyrobisko zbliżone swym kształtem do prostokątnego. Urobek spada na spąg, skąd dostaje się na podawarkę zgrzeblową i do wozów.

Kombajny *frezująco-wierzące* urabiają caliznę skalną przez równoczesne frezowanie i zwiercanie z niej urobku. Spośród różnych odmian na uwagę zasługują *maszyny bębnowo-ramionowe* (rys. 172). Część frezująca ich głowicy składa się z dwóch bębnow 1 i 2 utworzonych z szeregu tarcz osadzonych na dwóch niezależnych wałach. Wały te są ułożyskowane na ramie 3 wiążącej również cztery ramiona zaopatrzone w kubelki 4. Tarcze bębnow obracają się w kierunku równoległym do osi kombajnu, ramiona zaś w kierunku prostopadłym.

Wskutek złożenia obu tych ruchów występuje energiczne urabianie calizny. W wyniku działania tak zbudowanej głowicy urabiającej otrzymuje się wyrobisko okrągłe. W celu nadania mu przekroju arkadowego przewidziano w głowicy dwa rozszerzacze frezowe 5. Dla zwiększenia sta-



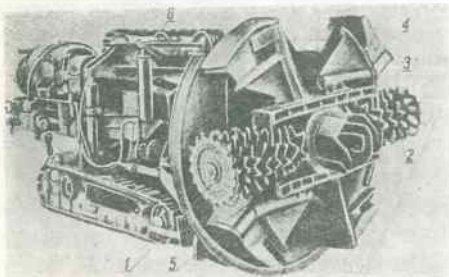
Rys. 171. Chodnikowy kombajn wiercący-wycinający
a — widok od przodu, b — widok z boku

teczności kombajnu przy większych nachyleniach ($> 5^\circ$) dobudowano gasienicę przystropową 6. Urobek spadający na spąg jest podnoszony w górę kubelkami 4 i przez okno w tarczy osłonowej wysypywany na podawarkę zgrzeblową.

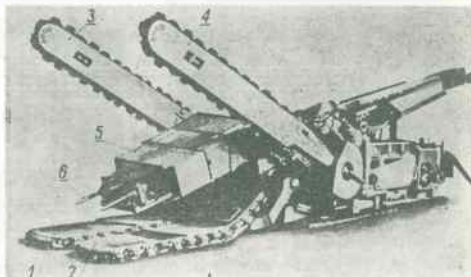
Kombajny *wycinająco-odbijające* urabiają caliznę skalną przez równoczesne wycinanie i odbijanie z niej urobku. Spośród różnych odmian tych maszyn szczególnego znaczenia zaczynają nabierać *maszyny wrębniowo-rezonansowe* (rys. 173). Część wycinająca składa się tu z dwóch poziomych wrębniaków wygiętych 1 i 2 oraz dwóch pionowych wrębniaków

prostych 3 i 4. W ten sposób calizna czoła przodku zostaje podcięta od spągu i od ociosów. Podciętą caliznę wprowadza się za pomocą rezonatora 5 i dwóch tępych prętów 6 w stan rezonansu, dzięki czemu rozpada się ona na drobny urobek. Całą część odbijającą można podnosić, odchylać na boki i przesunąć w przód. Urobek zabierają łańcuchy wrębników wygiętych i przerzucają na podawarkę zgrzeblową.

Z tego bardzo pobieżnego przeglądu sposobów drążenia wyrobisk chodnikowych widać, że w ostatnim ćwierćwieczu dokonał się znaczny rozwój mechanizacji robót przygotowawczych. Dzięki temu skrócono czas przygotowania pól do eksploatacji, gdyż maszyny zespołowe umożliwiają



Rys. 172. Chodnikowy kombajn frezująco-wierący



Rys. 173. Chodnikowy kombajn wycinająco-odbijający

wykonywanie przeciętnie 20 do 30 m chodnika na zmianę, w niektórych zaś przypadkach nawet 100 m/zm i więcej. Pozwoliło to na przesunięcie znacznego procentu robotników do robót przy eksploatacji kopaliny użytkowej. Z drugiej jednak strony stworzyło potrzebę zatrudnienia w robotach przygotowawczych robotników o znacznie wyższych kwalifikacjach niż przy sposobie urabiania materiałami wybuchowymi.

d. Obudowa wyrobisk przygotowawczych

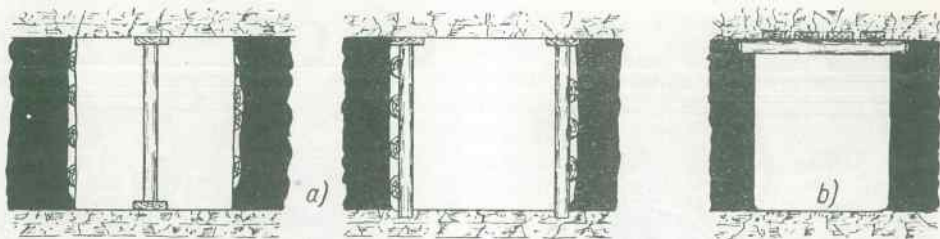
Cel i znaczenie obudowy omówiono już przy robotach udostępniających. Należy jednak zwrócić uwagę, że przecznice są zakładane w kopalniach na długi okres, tj. na kilka lub też kilkanaście lat. W przeciwieństwie do tego główne wyrobiska przygotowawcze muszą być utrzymywane znacznie krócej. Wyrobiska przygotowawcze znajdują się zawsze w pobliżu robót eksploatacyjnych, a więc w strefie naruszonej równowagi skał. Obudowa wyrobisk przygotowawczych będzie zatem narażona na zwiększone i zmieniające się ciśnienia górotworu. Przeto musi być w pewnym stopniu elastyczna, czyli podatna.

Obecnie chodniki obudowuje się najczęściej drewnem i stalą, znacznie rzadziej stosuje się obudowę z kamienia, murowaną lub żelbetową.

Obudowę drewnianą wykonuje się najczęściej z drewna sosnowego, gdyż jest ono dostatecznie wytrzymałe, lekkie, a więc łatwe do transportowania. Rzadko używa się drewna dębowego, które wprowadzić jest znacznie wytrzymalsze i trwalsze, ale równocześnie droższe. Wadą drewna jest jego skłonność do gnicia pod wpływem ciepłego i wilgotnego powietrza kopalnianego, kwaśnych wód oraz rozwoju drobnoustrojów (grzyby drzewne). W celu zabezpieczenia drewna przed gni-

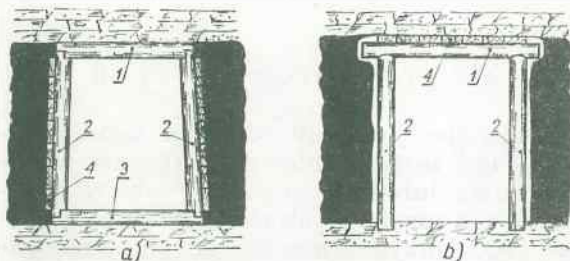
ciem pokrywa się go lub częściej nasycza różnymi substancjami chemicznymi. Na obudowę używa się przeważnie drewno okrągłe średnicy 10 do 30 cm i długości od 0,5 do 6 m, czyli tak zwane *kopalniaki*. Poza tym stosuje się połowice (okrągłaki przecięte wzdłuż) i okorki (zrzyny).

Obudowę chodników samymi *stojakami* (rys. 174 a) lub też samymi *stropnicami* (rys. 174 b) stosuje się rzadko. Zasadniczym zestawem obudowy drzewnej są *odrzwia*. Mogą one być *zamknięte* (rys. 175 a), czyli składać się ze *stropnicy* 1, dwóch *stojaków* 2 i *spągnicy* 3. Częściej używa się *odrzwi otwartych* (rys. 175 b) składających się ze *stropnicy* 1



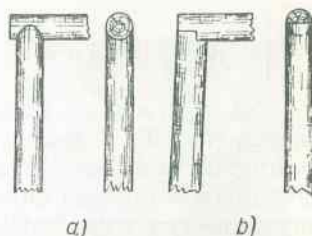
Rys. 174. Drewniana obudowa chodników
a — stojakami, b — stropnicami

i dwóch *stojaków* 2. Niekiedy przy dużych ciśnieniach poszczególne *odrzwia* stawia się jedno przy drugich (*obudowa pełna*), częściej jednak *odrzwia* ustawia się w pewnych odstępach od siebie (*obudowa zwykła*). W tym ostatnim przypadku w celu zabezpieczenia wyrobiska przed możliwością odpadania brył skalnych z pułapu lub słabych ociosów stosuje się *okładziny* 4. Są to połowice, deski lub okorki zakładane za *stropnice* i *stojaki* *odrzwi* obudowy.



Rys. 175. Drewniana obudowa chodników
odrzwiami

a — zamkniętymi, b — otwartymi



Rys. 176. Wiązania
a — polskie, b — niemieckie

Stropnice, *stojaki* i ewentualnie *spągnice* łączy się z sobą za pomocą wiązań (zameków *odrzwiowych*). W kopalniach najczęściej stosuje się *wiązania polskie* (rys. 176 a) tam, gdzie nie ma ciśnień bocznych, oraz *wiązania niemieckie* (rys. 176 b) tam, gdzie występują ciśnienia boczne mogące wypchnąć *stojak* spod *stropnicy*.

Obudowę stalową stosuje się obecnie powszechnie w tych chodnikach robót przygotowawczych, które mają być czynne przez dłuższy okres czasu. Wytrzymuje ona bowiem bardzo duże ciśnienia i jest znacznie trwalsza od obudowy drewnianej. Spotyka się tu różne odmiany tej obudowy, najczęściej jednak stosuje się podatną obudowę lu-

kami stalowymi (rys. 177). Poszczególne łuki są związane z sobą rozporami z kłocków drewnianych, okładziny zaś najczęściej są drewniane, rzadziej z blachy falistej lub też belek żelbetowych.

Obudowę murowaną i żelbetową stosuje się w chodnikach robót przygotowawczych rzadko. W zasadzie niczym nie różni się ona od tego rodzaju obudowy w przecznicach.

Obudowa mieszana, czyli obudowa, w której zastosowano różne materiały budowlane, jest jeszcze dość często spotykana w kopalniach.

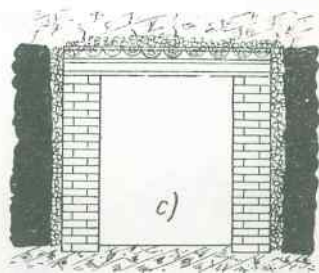
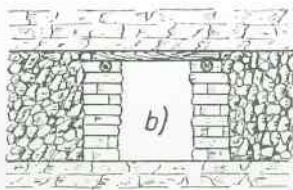
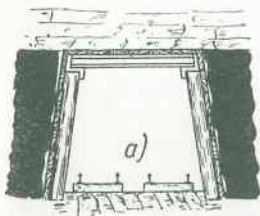
Najprostszą postacią takiej obudowy jest obudowa odrzwiami otwartymi, w których stojaki są drewniane, stropnice zaś stalowe, np. z szyn (rys. 178 a). Innym przykładem obudowy mieszanej jest obudowa kamienna (rys. 178 b) lub murowana (rys. 178 c) ze stropnicami drewnianymi (rys. 178 b) lub też stalowymi (rys. 178 c).

Przy obudowywaniu wyrobisk przygotowawczych zwraca się szczególną uwagę na staranne wykonanie obudowy nad skrzyżowaniami i rozgałęzieniami chodników. Na przykład przy obudowie drewnianej (rysunek 179) odrzwia się zagęszcza, daje się dodatkowe wzmocnienia i podpory. Wykonanie skrzyżowań przy innych rodzajach obudowy omówiono w rozdziale V.

Obudowa chodników jest jak dotychczas w bardzo małym stopniu zmechanizowana, toteż jej ustawianie zajmuje dużo czasu i hamuje

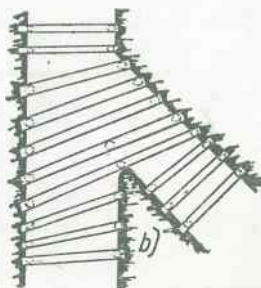
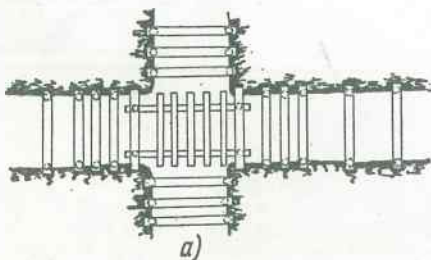


Rys. 177. Stalowa obudowa chodników łukami podatnymi



Rys. 178. Mieszana obudowa chodników

a — stojaki drewniane, stropnice stalowe, b — ściany z kamienia, stropnice drewniane, c — ściany murowe, stropnice stalowe



Rys. 179. Drewniana obudowa

a — skrzyżowania chodników, b — rozgałęzienia chodników

szybkość postępu chodników wykonywanych maszynami zespołowymi. W wielu maszynach zespołowych przewiduje się dodatkowe urządzenia dla przyspieszenia robót związanych z obudowywaniem wyrobiska, jak np. dźwigarki hydrauliczne do szybkiego podnoszenia stropnic, kołowroty do ustawiania stalowych łuków obudowy itp. Ostatnio zaczyna się też stosować oddzielne maszyny (tzw. obudowarki) do stawiania obudowy w chodnikach.

Rozdział VII

EKSPLOATACJA ODKRYWKOWA ZŁÓŻ

Złoże zalegające niegłęboko pod nadkładem przykrywających je skał płonnych można eksploatować *odkrywkowo*. Przy tym rodzaju eksploatacji bezpośrednio po zdjęciu skał nadkładowych przystępuje się do wybierania z niego kopaliny użytecznej. Eksploatacja odkrywkowa ma szereg zalet, gdyż złoże jest wybierane prawie bez żadnych strat, miejsca pracy nie wymagają sztucznego przewietrzania, a w dzień również oświetlenia, odpada potrzeba obudowywania wyrobisk, łatwiejsze jest urabianie kopaliny, łatwiejszy jest transport i dozór, łatwiejsza jest mechanizacja robót, a w związku z tym większa jest wydajność pracowników. Ujemną stroną eksploatacji odkrywkowej jest najczęściej konieczność prowadzenia bardzo dużej ilości robót udostępniających (usuwanie nadkładu) oraz zależność od pór roku i stanu pogody.

W zależności od zalegania kopaliny użytecznej eksploatację odkrywkową w terenach górzystych można prowadzić na stokach wzniesień, czyli *stokowo* (rys. 180), w terenach zaś nizinnych — *wgłębnie* (rys.



Rys. 180. Widok odkrywkowej kopalni stokowej

nek 181). W obu przypadkach, po wykonaniu robót przygotowawczych, wybieranie prowadzi się warstwami poziomymi *systemem ścianowym*. Prowadzenie ścian może być czołowe lub też pasowe..

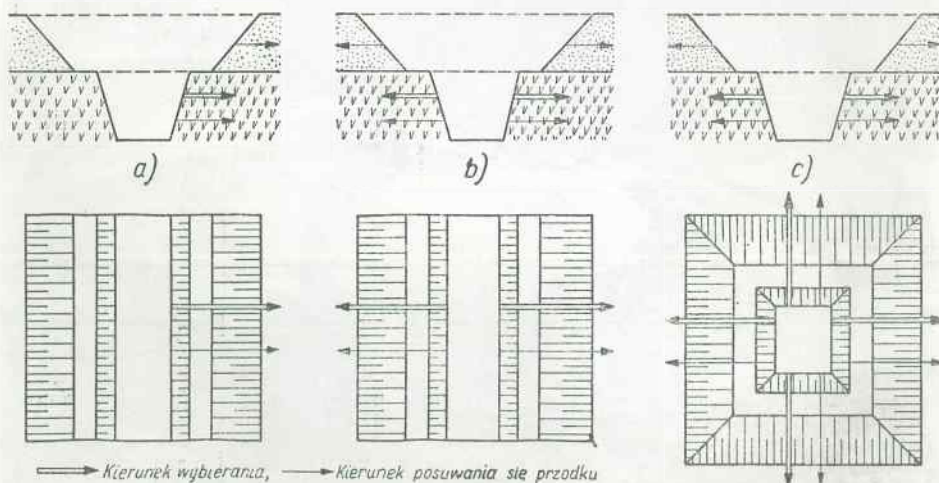
Przy prowadzeniu ścian od czoła kopalina użyteczna jest wybierana równomiernie na całej długości frontu robót, tj. kierunek posuwania się



Rys. 181. Widok odkrywkowej kopalni węgłej

przodku jest zgodny z kierunkiem wybierania. Rozróżnia się tu systemy ścianowe jednoskrzydłowe (rys. 182 a), dwuskrzydłowe (rys. 182 b) i wieloskrzydłowe (rys. 182 c).

Przy prowadzeniu ścian pasami kopalina użyteczna jest wybierana pasami równoległymi do frontu robót, tj. kierunek posuwania się



Rys. 182. Ścianowe systemy wybierania czołowego

a — jednoskrzydłowy, b — dwuskrzydłowy, c — wieloskrzydłowy

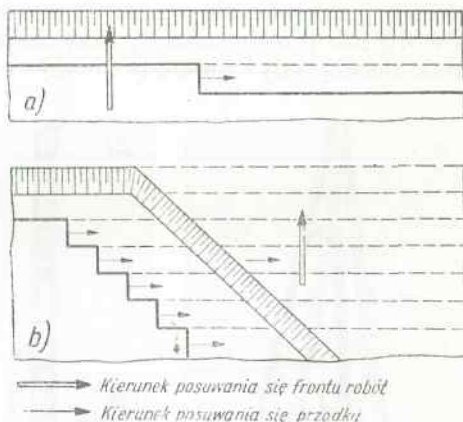
przodku jest prostopadły do kierunku posuwania się frontu robót. Rozróżnia się tu również systemy jedno-, dwu i wieloskrzydłowe. Ponadto ściany mogą być prowadzone pojedynczymi pasami (rysunek 183 a) lub też grupowo (rys. 183 b).

Urabianie kopalin użytecznej przy eksploatacji odkrywkowej zależy przede wszystkim od rodzaju i własności samego złoża. Pod względem podatności na urabianie wszystkie skały można podzielić na:

1. skały, które dają się urabiać bezpośrednio maszynami lub hydraulicznie (należą do nich skały sypkie, np. piaski, plastyczne, np. gliny; kruche, np. węgle kamienny i brunatny;
2. skały, które nie dają się urabiać bezpośrednio maszynami i wymagają stosowania materiałów wybuchowych (należą do nich skały twarde, np. piaskowce, granity oraz bardzo twarde, np. bazalty i kwarcyty.

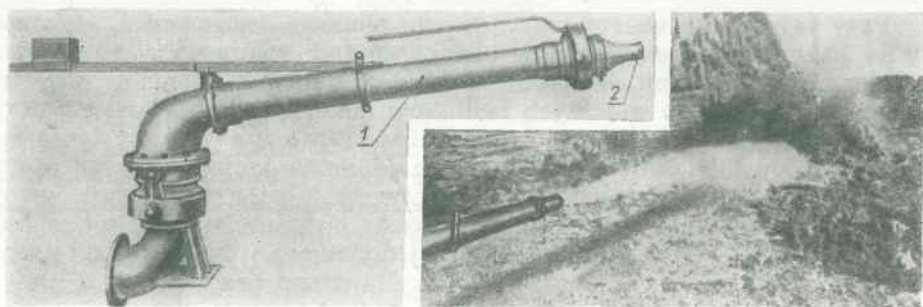
Urabianie skał dających się urabiać maszynami przebiega tak samo jak urabianie skał nadkładowych. Stosuje się też te same maszyny (koparki, zgarniarki, czerpaki itp.), które omówiono w rozdziale VI.

Poza urabianiem maszynowym, zwłaszcza skał sypkich i plastycznych, stosuje się niekiedy urabianie hydrauliczne. Polega ono na tym, że strumień wody pod ciśnieniem 10 do 20 i więcej atmosfer kieruje się za pomocą monitora (rys. 184), czyli rury 1 zakończonej wąską dyszą 2, na dolną część calizny przodku. Woda, uderzając z dużą siłą, rozmywa skałę do tego stopnia, że górna część calizny obsuwa się, będąc zaś wskutek tego częściowo rozluźwana, tym łatwiej poddaje się dalszemu rozdrobieniu. W tym przypadku urobek można łatwo transportować za pomocą



Rys. 183. Ścianowe systemy wybierania pasowego

a — pojedyncze pasy, b — grupowe pasy

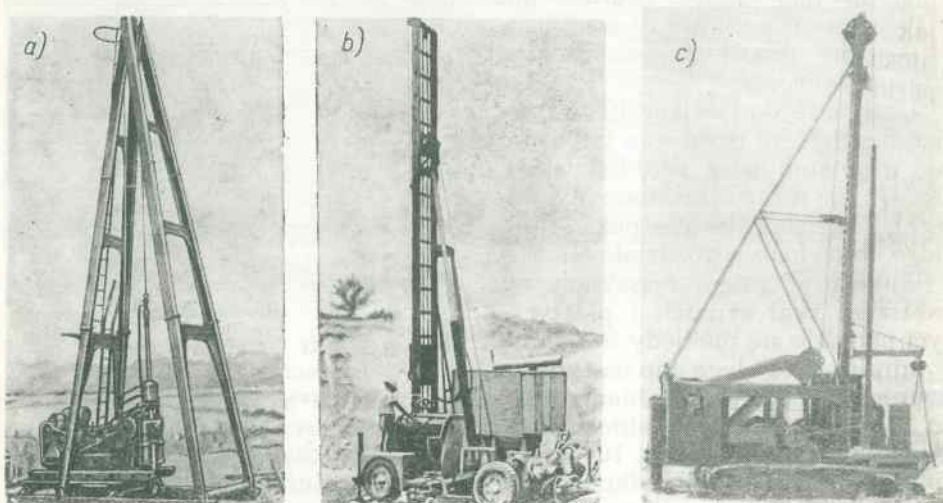


Rys. 184. Monitor i hydrauliczne urabianie skały

wody żłobami lub rurami do miejsca przeznaczenia. Sposób ten stosuje się tam, gdzie jest pod dostatkiem wody i nie ma kłopotu z jej klarowaniem. Zupełnie inaczej przebiega urabianie skał twardych i bardzo twardych, gdzie do oderwania części skały od calizny konieczne jest uży-

cie materiałów wybuchowych. W celu wprowadzenia ładunków materiału wybuchowego w calinę skalną wierci się w niej otwory strzałowe. W kopalniach odkrywkowych otwory o średnicach do 75 mm wierci się wiertarkami, powyżej 75 mm — wiertnicami udarowymi lub też obrotowymi, które w konstrukcji są podobne do odpowiednich wiertnic stosowanych do wierceń poszukiwawczych. Ze względu na konieczność częstego i szybkiego przesuwania się od otworu do otworu wiertnice umieszcza się na saniach (rys. 185 a), podwoziach oponowych (rys. 185 b) lub gąsienicach (rys. 185 c).

Otwory strzałowe rozmieszcza się w przodku tak, aby uzyskać możliwie jak najwięcej urobionej skały. Otwory wiercone wiertarkami najczęściej zakłada się pionowo, rozmieszczając je w jednym (rys. 186 a), dwóch lub trzech rzędach równoległych do czoła przodku. Nie jest to jednak zasadą, gdyż niekiedy stosuje się otwory poziome lub też ukośne.



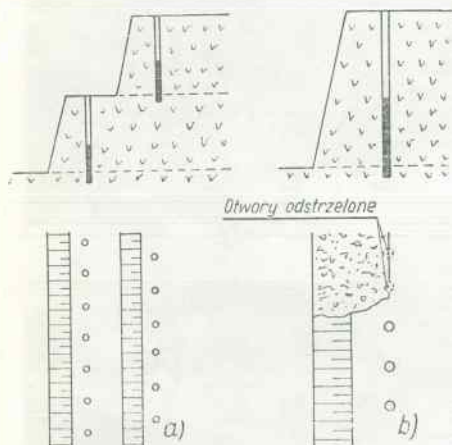
Rys. 185. Wiertnice do wiercenia otworów strzałowych

a — na saniach, b — na podwoziu oponowym, c — na podwoziu gąsienicowym

Przy wierceniu wiertnicami otwory pionowe mogą mieć głębokość 10 do 30 m. Dzięki temu istnieje możliwość wybierania kopalin użytecznej wysokimi ścianami, bez konieczności podziału ich na małe podpiętra. Ponadto przez użycie większych ładunków materiału wybuchowego otrzymuje się dużą ilość urobku, która umożliwia rentowne wykorzystanie maszyn do ładowania. Najczęściej otwory zakłada się w jednym rzędzie (rysunek 186 b), przy czym poszczególne otwory lub też serie otworów odpala się milisekundowym (10 do 15 μ sek) opóźnieniem. W ten sposób każdy następny otwór, dzięki obnażonej dodatkowej trzeciej powierzchni odstrzelonej przez otwór poprzedni, ma ułatwioną pracę.

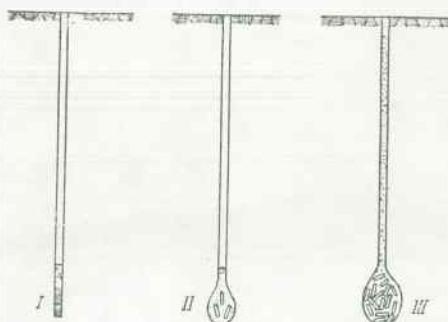
W niektórych przypadkach działanie ładunków materiałów wybuchowych, umieszczonych w otworze jest niedostateczne w partiach przyspągowych. Wtedy zachodzi potrzeba skupienia większego ładunku na dnie otworu. W tym celu poszerza się dno otworu (rys. 187) przez kilkakrotne przestrzeliwanie mniejszymi ładunkami I i II. Do powstałego w ten sposób otworu o poszerzonym dnie III ładuje się następnie odpowiednio duży ładunek i odpala się.

Dla uzyskania na raz wielkich ilości urobku stosuje się niekiedy *strzelanie komorowe*. W tym celu robotami górniczymi drąży się sztolnie (rys. 188 a) lub szybiki (rys. 188 b), z których prowadzi się krótkie chodniki i na ich końcach zakłada się komory *k*. W komorach umieszcza się od kilkuset do kilkudziesięciu tysięcy kG materiału wybuchowego, następnie wyrobiska wypełnia przybitką z piasku i ładunek odpala się (rys. 189 a). Po odstrzeleniu (rys. 189 b) otrzymuje się kilkadziesiąt lub nawet kilkaset tysięcy ton urobku.¹⁾



Rys. 186. Rozmieszczenie otworów strzałowych

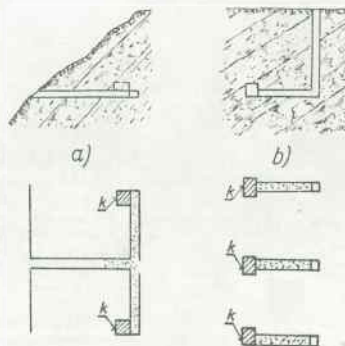
a — zwykłych, b — dużych średnic



Rys. 187. Poszerzenie dna otworu strzałowego

Uzyskanie tak dużych ilości urobku stwarza konieczność ładowania go maszynami. Z tego też względu przy masowym urabianiu znajdują zastosowanie różnego rodzaju ładowarki, a jeszcze częściej koparki. Te ostatnie najczęściej ładują urobek do dużych wozów samowywrotnych lub też samochodów z wywracanymi skrzyniami.

Niekiedy zachodzi potrzeba oderwania odcalizny urobku w szczególnie dużych bryłach nadających się do obróbki na bloki do budowy monumentalnych. W tych przypadkach wykonuje się w skale robotami górniczymi *podkop* (rys. 190) wysokości 1,5 do 2 m, który zabezpiecza się przed zawaleniem filarami skalnymi lub też wiązkami stojaków. Po wykonaniu podkopu wierci się w filarach lub stojakach otwory, ładuje materiałami wybuchowymi i następnie równocześnie się odpala. Wskutek tego podkopana bryła skalna tracąc oparcie odrywa się od calizny wzdłuż płaszczyzn łupności i spada w dół.

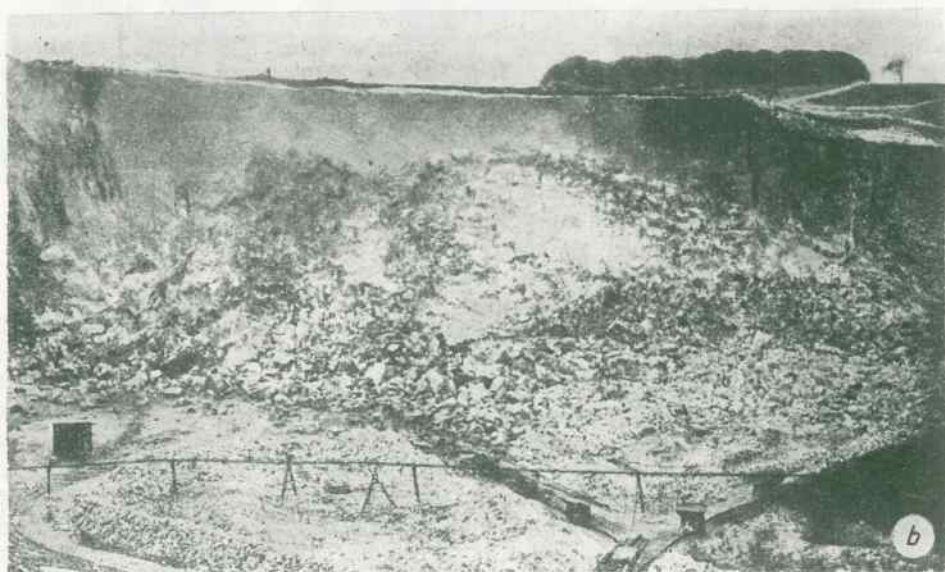
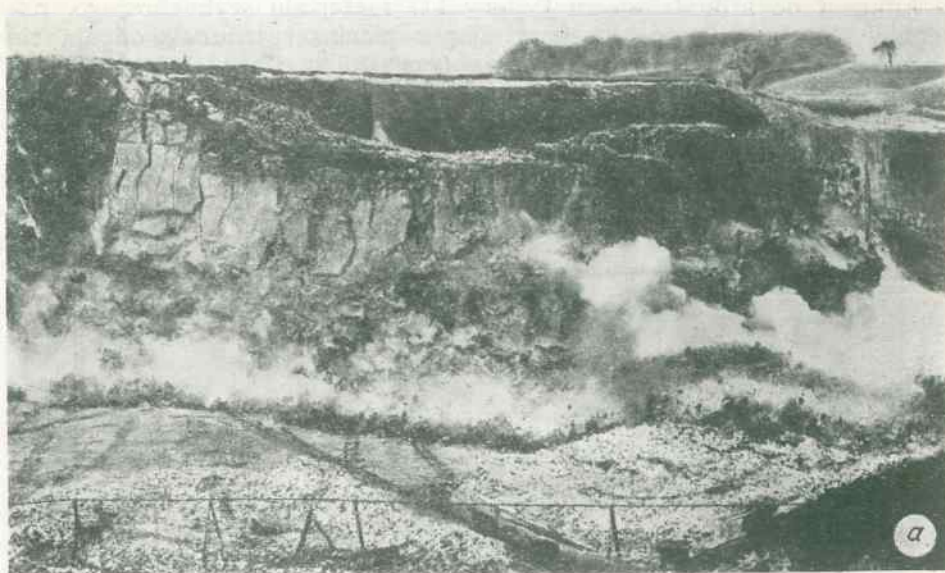


Rys. 188. Wyrobiska do strzelania komorowego

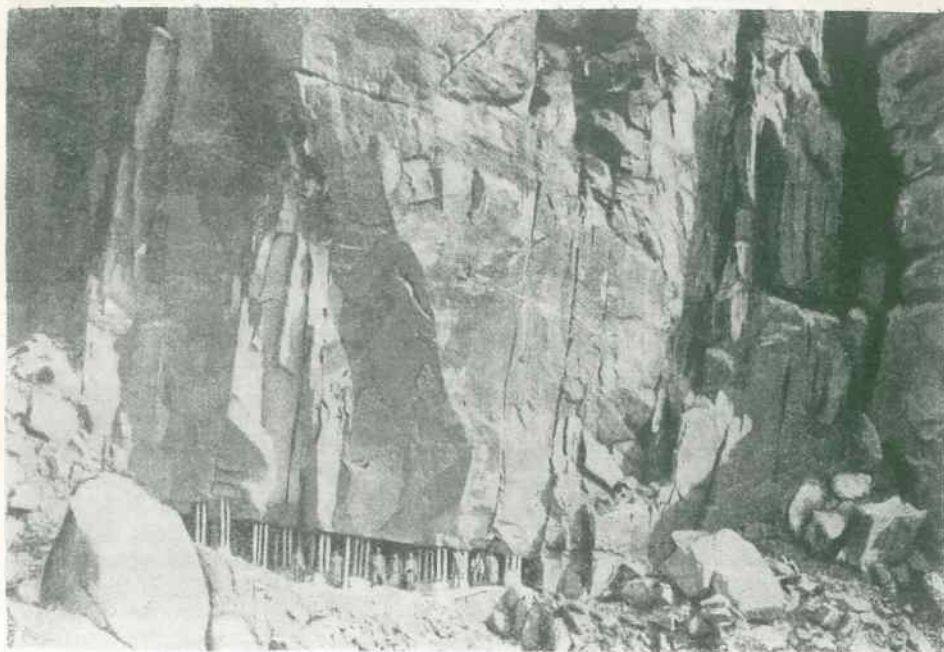
a — sztolnie, b — szybiki

W skałach o dobrze rozwiniętej oddzielności i łupności (np. granity) stosuje się wiercenie blisko siebie szeregu otworów (rys. 191). Po odwier-

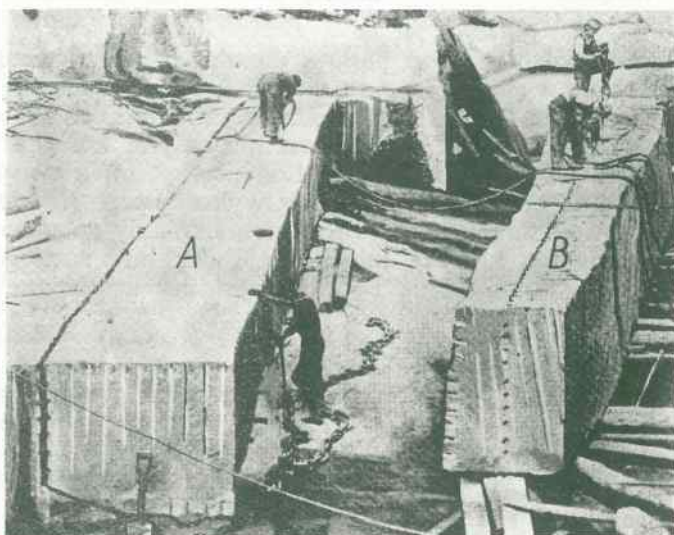
¹⁾ W Polsce największy ładunek przy strzelaniu komorowym wynosił 24 860 kG materiału wybuchowego (kamieniołom Krzeniów na Dolnym Śląsku), przy czym otrzymano na raz 300 000 T urobku.



Rys. 189. Strzelanie komorowe
a — odstrzał, b — po odstrzale

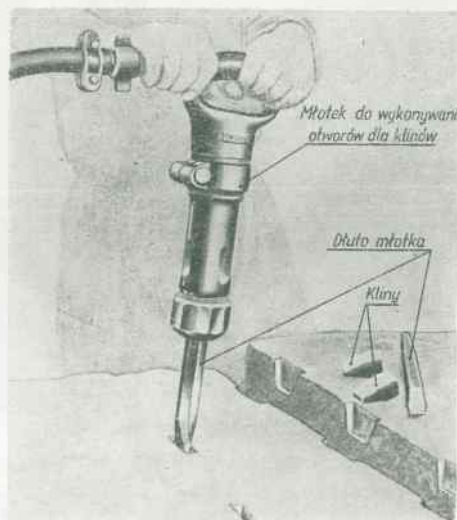


Rys. 190. Strzelanie podkopowe



Rys. 191. Oddzielenie bryły A od calizny małymi ładunkami materiałów wybuchowych oraz rozdzielanie bryły B klinami

ceniu otworów bryłę (np. A) odrywa się od calizny bądź za pomocą długich klinów, bądź też za pomocą małych ładunków materiałów wybuchowych. Dalszy podział bryły (np. B) na mniejsze części wykonuje się za pomocą krótkich klinów (rys. 192) wbijanych na całej długości w przygotowane na ten cel gniazda. Gniazda zawsze zakłada się w linii łupności skały, a wykonuje się za pomocą młotków pneumatycznych zaopatrzonych w dłuta.



Rys. 192. Rozdzielanie brył kopaliny użytecznej klinami. Strona lewa — przygotowanie otworów dla klinów, strona prawa — skała rozsadzona klinami

W krajach północnych, gdzie panują duże mrozy, do odsadzania dużych brył skalnych wykorzystuje się również zwiększenie się objętości wody przy zamarzaniu. Wtedy wzdłuż płaszczyzn łupności wierce się szereg otworów, napienia się je wodą, szczelnie zatyka korkami drewnianymi i pozostawia na działanie mrozu. Lód powiększając swoją objętość odrywa bryłę skalną od calizny. Niekiedy wykorzystuje się zdolność suchego drewna do wchłaniania wody i pęcznienia. Wtedy do otworów wbija się dobrze dopasowane kliny z miękkiego i zupełnie suchego drewna, a następnie polewa się je wodą. Pęczniące kliny drewniane odrywają skałę od calizny.

Rozdział VIII

EKSPLOATACJA PODZIEMNA ZŁOŻ

Złóża zalegające głęboko pod powierzchnią ziemi eksploatuje się *podziemnie*, usuwanie bowiem grubych warstw skał nadkładowych jest ekonomicznie nieopłacalne.

Sposoby eksploatacji podziemnej są znacznie bardziej skomplikowane, gdyż zależą od szeregu czynników, jak rodzaju, kształtu i głębokości zalegania złoża, jego grubości i kąta nachylenia, wytrzymałości skał otaczających itp.

Z zasady eksploatacja rozpoczyna się od pokładów (partii złoża) najwyższych, stopniowo przechodząc do pokładów (partii złoża) coraz niższych. Przy grubości pokładu do 6 m węgiel wybiera się *jedną warstwą na całą grubość złoża*, przy grubości powyżej 6 m *kilkoma warstwami pochyłymi*, tj. równoległymi do uławicenia (rys. 193 a), lub też poziomymi (rys. 193 b) grubości 3 do 4 m. W obu przypadkach eksploatację można prowadzić jednym z następujących systemów wybierania: ścianowym, filarowo-ubierkowym, filarowo-zabierkowym oraz komorowym.



Rys. 193. Eksploatacja pokładu warstwami

a — równoległymi do uławicenia, b — poziomymi

16. Wybieranie systemami ścianowymi

Pokłady cienkie (do 1,5 m) wybiera się najczęściej systemem ścianowym. System ten stosuje się również przy wybieraniu pokładów średniej grubości (do 3,5 m).

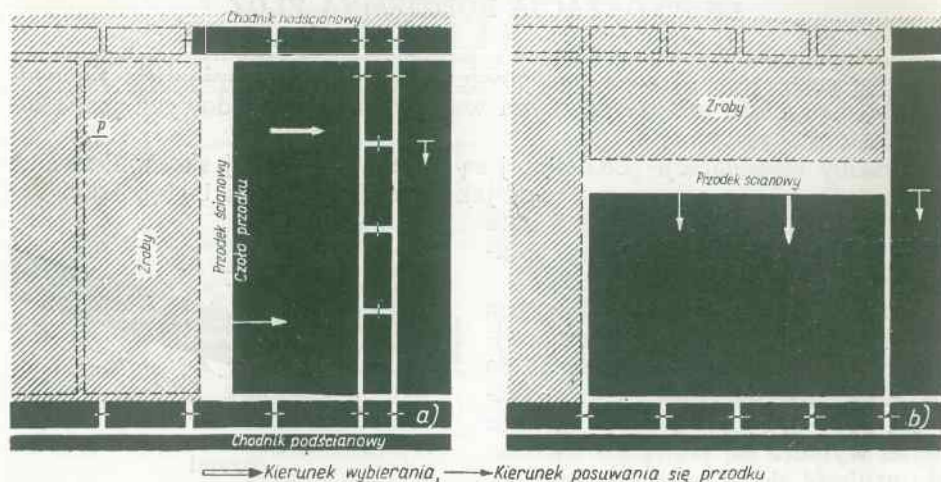
Roboty przygotowawcze sprowadzają się tu (rys. 194) w większości przypadków do wykonania chodników głównych (dolnego — transportowego i górnego — wentylacyjnego), a więc pozostają w ramach głównych robót przygotowawczych opisanych w rozdziale VI. Jeżeli odległość między nimi jest duża, to prowadzi się równoległy do nich chodnik pośredni. Po połączeniu najbliższych chodników pochylnią *P* rozpoczyna się z niej wybieranie kopaliny użytecznej na całej długości przodku ścianowego. W ten sposób kierunek posuwania się przodku jest zawsze zgodny z kierunkiem wybierania (części pola przygotowanego do eksploatacji).

Przodek ścianowy, tj. miejsce, gdzie robotami górniczymi wybiera się kopalinę użyteczną, jest z jednej strony ograniczony calizną skalną, która

nosi nazwę *czoła przodku*, z drugiej zaś przestrzenią powstałą po wybraniu kopaliny użytecznej, która nosi nazwę *zrobów*.

Długości ścian, czyli odległości między chodnikami pod- i nadścianowymi, zależą od grubości wybieranego pokładu i zwykle są tym mniejsze, im grubszy jest pokład. W polskich kopalniach węgla długości ścian w pokładach cienkich dochodzą do 400 m, najczęściej jednak 120 do 200 m, w pokładach natomiast średniej grubości (1,5 do 3,5 m) najczęściej stosuje się długości ścian 60 do 120 m.

Zależnie od usytuowania przodku ścianowego względem rozciągłości i nachylenia pokładu wyodrębnia się różne odmiany systemu ścianowego. System, w którym kierunek posuwania się przodku jest zgodny z kierun-



Rys. 194. Ścianowy system wybierania

a — podłużny, b — poprzeczny

kiem rozciągłości pokładu, nosi nazwę *ścianowego systemu podłużnego* (rys. 194 a). System, w którym przodek posuwa się prostopadłe do rozciągłości (a więc po upadzie lub wzniesieniu), nosi nazwę *ścianowego systemu poprzecznego* (rys. 194 b).

W niektórych przypadkach wybieranie może być prowadzone *ścianowym systemem przekątnym*.

a. Urabianie młotkami mechanicznymi i materiałami wybuchowymi

Urabianie przy systemie ścianowym zależy w dużej mierze od twardości, zwężności i spękania kopaliny użytecznej, a ponadto od ciśnienia górotworu. Dawniej urabiano kopalinę użyteczną ręcznie przy użyciu kilofów (rys. 195) lub klinów i młotów. Następnie do urabiania, zwłaszcza węgla miękkich, stosowano młotki mechaniczne napędzane energią powietrza sprężonego lub też elektrycznością.

Młotek pneumatyczny (rys. 196) ma budowę podobną do pneumatycznej wiertarki udarowej z tą różnicą jednak, że nie ma w nim urządzenia do obracania narzędzia urabiającego. Po przyciśnięciu młotka do skały naciska się dźwignię 1 do otwierania zaworu wlotowego 2, wskutek czego

powietrze sprężone dopływa do rozrządu 3,¹⁾ a z niego kolejno do przedniej lub tylnej części cylindra, powodując ruch tłoka 4 tam i z powrotem. Tłok uderza w tuleję grota 5 od 600 do 2000 razy na minutę. Groty są to krótkie (400 do 600 mm) pręty stalowe, okrągłe, zakończone ostrzem. Na rys. 197 pokazano pracę młotkiem pneumatycznym w ścianie.

W młotku elektrycznym (rys. 198) ruch obrotowy silnika *M* zamienia się za pośrednictwem korby 1 i korbowodu 2 na ruch posuwisto-zwrotny bijaka 3, który uderza o tuleję grota 500 do 1500 razy na minutę.

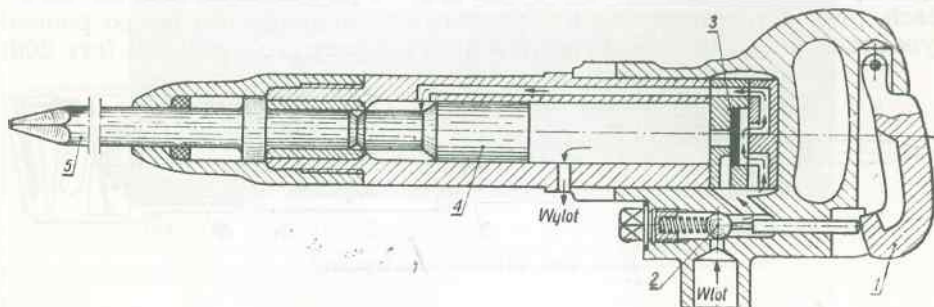
Obecnie młotki mechaniczne spełniają raczej rolę pomocniczą przy odbijaniu zwisów calizny, łat przystopowych czy przyspągowych oraz rozbijaniu większych brył urobku. Powszechnie natomiast stosuje się w ścianach urabianie kopaliny użytecznej materiałami wybuchowymi lub maszynami zespołowymi.

Urabianie węgla materiałami wybuchowymi prowadzi się w pokładach grubszych przy użyciu elektrycznych wiertarek obrotowych (patrz rys. 143), w pokładach zaś cieńszych przy użyciu wrębiarek i wiertarek obrotowych.

Wrębiarki ścianowe mają odmienną konstrukcję od chodnikowych, ponieważ muszą być przystosowane do bardzo wąskiego pola roboczego



Rys. 195. Urabianie węgla kilofami w ścianie



Rys. 196. Młotek pneumatyczny

i niskiego przodku ścianowego, a ponadto muszą być zaopatrzone w urządzenia umożliwiające przesuwanie maszyny wzdłuż długiego czola przodku. Spośród różnych konstrukcji wrębiarek (tarczowe, żerdziowe, łańcuchowe) w kopalniach stosuje się obecnie wyłącznie tylko łańcuchowe.

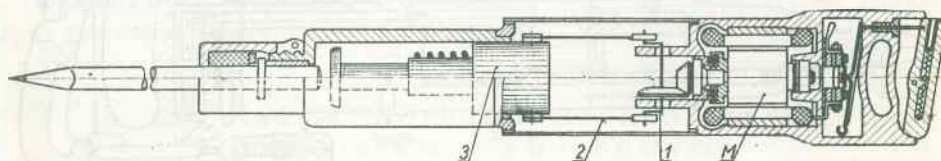
¹⁾ Dla odmiany na rys. 196 pokazano rozrząd w postaci płytki.

W ogólnych zarysach wrębiarka łańcuchowa (rys. 199) składa się z następujących zasadniczych części: silnika pneumatycznego lub elektrycznego *M*, ciągnika 1, głowicy 2 oraz wrębnika 3. W ciągniku znajduje się bęben 4, na który nawija się lina ciągnąca wrębiarkę; głowica ma przekładnię napędzającą łańcuch wrębowy oraz w niektórych typach urządzenie służące do odchyłania wrębnika na boki. Wrębnik ma taką samą



Rys. 197. Urabianie węgla młotkami pneumatycznymi w ścianie

konstrukcję, jak we wrębiarkach chodnikowych (patrz rys. 150). Długość jego wynosi najczęściej od 1,2 do 2,2 m. Wrębiarki umieszcza się na saniach, przy czym mogą one być przesuwane po spągu lub też po pancernym przenośniku zgrzeblowym ułożonym tuż przy czole przodku (rys. 200).



Rys. 198. Młotek elektryczny

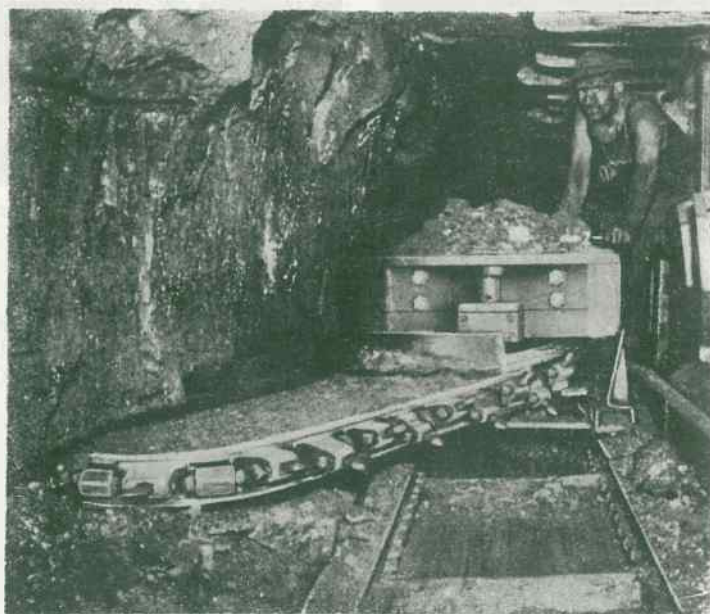
Pracę wrębiarką rozpoczyna się od **zawrębiania**, tj. od wprowadzania wrębnika w caliznę węglową przez odchylenie go od podłużnej osi maszyny o kąt około 90° . Następnie, po zablokowaniu wrębnika w odchylnym położeniu, umocowuje się odwinietą z bębna linę do stojaka rozporowego. Z kolei uruchamiając bęben ciągnika powoduje się przesuwanie wrębiarki wzdłuż czoła przodku ścianowego. Będący w ruchu łańcuch wrębowy wycina swoimi nożami wąski (120 do 170 mm) wręb wzdłuż całej długości ściany. Wręby wykonuje się najczęściej przy spągu, nie-

kiedy w środku pokładu (np. przy obecności miękkiego przerostu) lub też pod stropem. W niektórych przypadkach wręb wykonuje się w skale płonnej pod lub nad pokładem.



Rys. 199. Ścianowa wrębiarka łańcuchowa

Po wykonaniu wrębu wierci się w caliźnie czoła przodku szereg otworów strzałowych, do których ładuje się materiał wybuchowy i odstrzeluje partiami. Później ładuje się urobek.

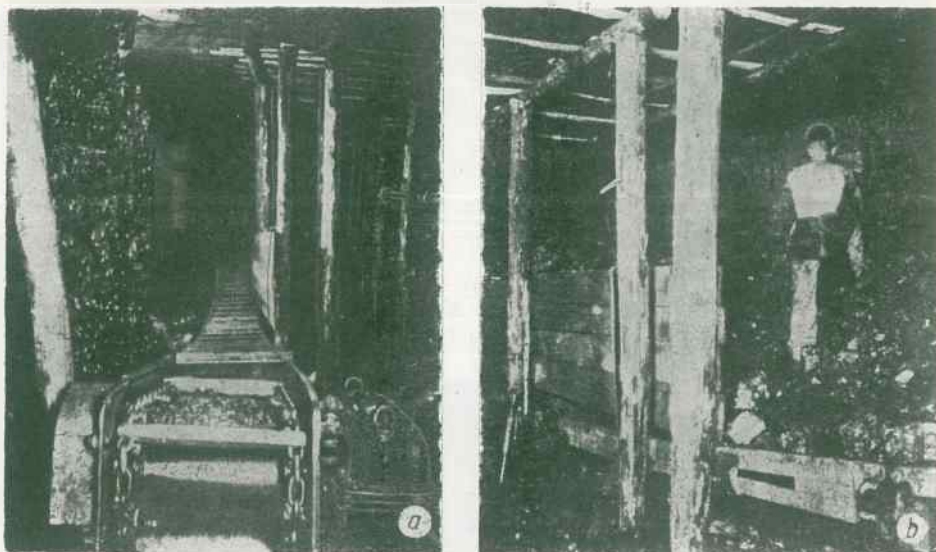


Rys. 200. Wrębiarka łańcuchowa w ścianie przesuwająca się po pancernym przenośniku zgrzeblowym

b. Ładowanie urobku

Początkowo w ścianach ładowano urobek ręcznie, obecnie jednak sposób ten stosuje się bardzo rzadko. Najczęstszym sposobem jest *ładowanie strzelaniem na pancerny przenośnik zgrzeblowy*. W tym celu przed strzelaniem przykrywa się pancerny przenośnik płytami osłonowymi (rysunek 201 a) zasłaniającymi łańcuchy ze zgrzeblami, a od strony zrobów ustawia się zastawki z desek lub blach zapobiegające przerzutowi urobku

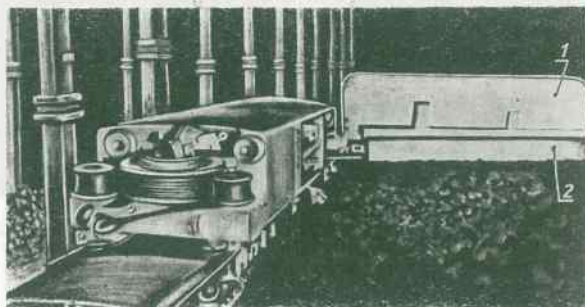
poza przenośnik. Po odstrzeleniu węgla (rys. 201 b) przystępuje się do kolejnego zdejmowania płyt osłonowych, zaczynając od chodnika transportowego. Nagromadzony nad przenośnikiem urobek w 60% samoczynnie osuwa się na rynny przenośnika, po których przesuwany jest łańcuchami zgrzeblowymi do chodnika transportowego. Pozostały urobek zgarnia się na przenośnik graczami.



Rys. 201. Ładowanie urobku strzelaniem na pancerny przenośnik zgrzeblowy w ścianie

a — przed strzelaniem, b — po odstrzale

Również często stosuje się w ścianach ładowanie wrębiarkami ściannowymi ¹⁾ (rys. 202), które jednak do tego celu muszą być odpowiednio przystosowane. Wrębiarkę, która po wykonaniu wrębu (rys. 203 a) znaj-



Rys. 202. Ładowanie urobku wrębiarką w ścianie

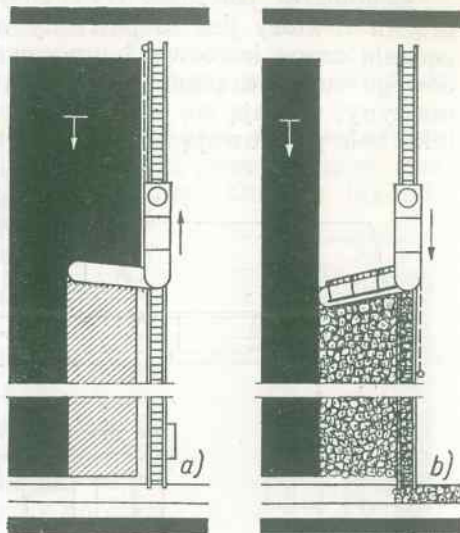
duje się w chodniku nadścianowym, zaopatruje się: w odkładnię 1 (rysunek 202) i w osłonę 2 łańcucha wrębowego, która umożliwia górnikowi bezpieczne wykonywanie obrywki czoła przodku tuż za wrębniakiem. Dalej, w łańcuchu wrębowym obraca się noże o 180°, a część ich zastępuje

¹⁾ Sposób ten po raz pierwszy zastosował A. Osuch w kopalni Czeladź w 1947 r.

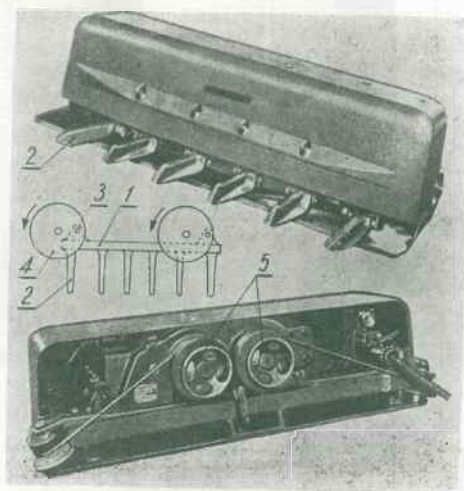
się łopatkami. Aby uniknąć przerzucania urobku poza przenośnik, na głowicy wrębiarki przykręca się zasłonę boczną zatrzymującą i kierującą urobek na przenośnik. Wrębnik do ładowania odchyła się pod kątem około 70° od podłużnej osi maszyny i odwraca się bieg łańcucha.

Podczas opuszczania wrębiarki po upadzie (rys. 203 b) łopatki i noże przerzucają urobek znajdujący się przy spągu na przenośnik zgrzeblowy, wyżej leżący urobek spycha na przenośnik odkładnia. Sposób ładowania wrębiarką jest korzystny, gdyż przy biegu jałowym (opuszczanie) jest ona wykorzystywana do ładowania urobku. Sposób ten można stosować tylko przy mocnym stropie.

Do ładowania urobku w ścianach bywają również stosowane specjalnie do tego celu przeznaczone ładowarki. Znane są ładowarki pługowe, żerdziowe, palczaste i zgrzeblowe, przy czym szerzej stosuje się jedy-



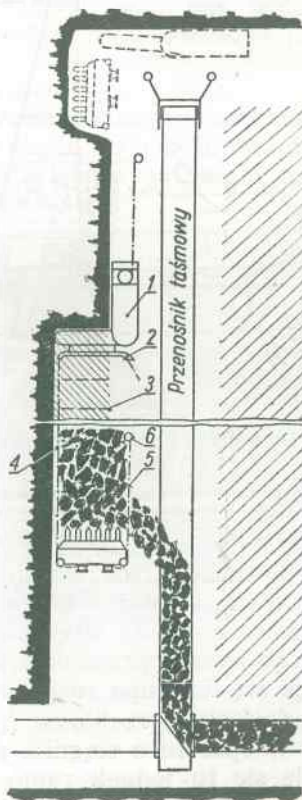
Rys. 203. Kolejność pracy wrębiarką w ścianie
a — wrębiecie, b — ładowanie



Rys. 204 (z lewej). Ładowarka palczasta

Rys. 205 (z prawej). Praca ładowarką palczastą w ścianie

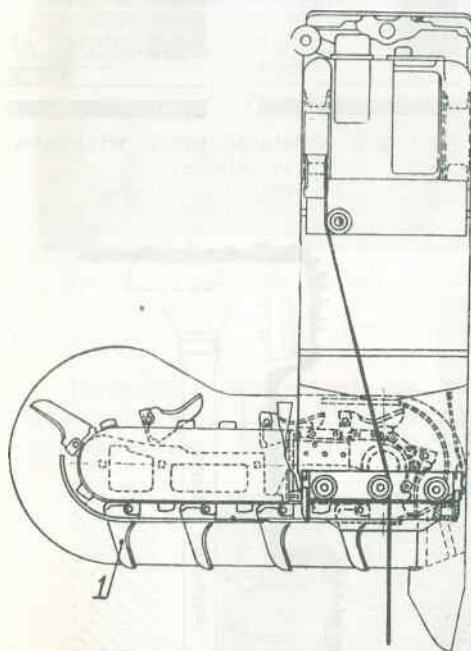
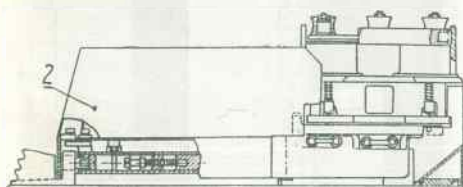
1 — wrębiarka, 2 — wykładnica rurowa, 3 — otwory strzałowe, 4 i 5 — liny, 6 — słup rozporowy



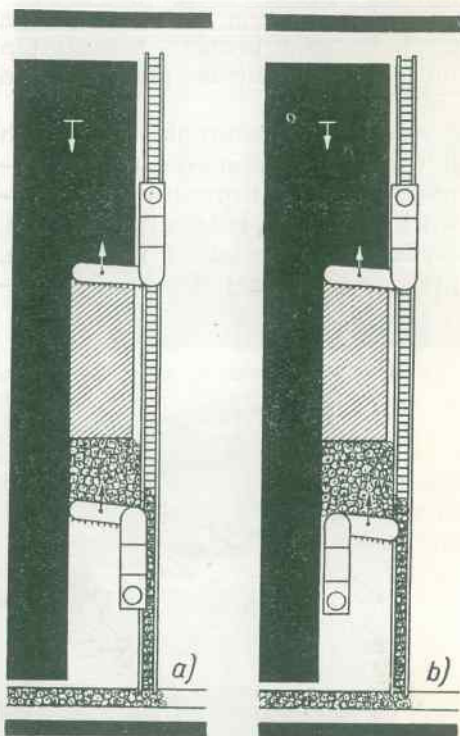
nie ładowarki palczaste i zgrzeblowe; pozostałe mają zastosowanie w maszynach zespołowych.

Ładowarki palczaste (rys. 204) ładują urobek za pomocą krótkiego drążka 1, który jest zaopatrzony w pięć lub sześć palców 2. Drążek napędzają czopy korbowe 3 umocowane na tarczach 4. Wskutek mimośrodowego ruchu drążka palce, wysuwając się w przód względem kadłuba maszyny, wbijają się w urobek, a następnie poruszając się w prawo po łuku koła przesuwają urobek ku przenośnikowi. Po odbyciu tej drogi palce

wysuwają się z urobku i cofają pod maszynę, a następnie poruszają się w lewo po łuku koła ruchem jałowym, aby znów powtórzyć następny cykl pracy.



Rys. 206. Ładowarka zgrzeblowa



Rys. 207. Praca ładowarką zgrzeblową w ścianie

a — obok pancernego przenośnika, b — obok czoła przodku

Ładowarkę przesuwa się wzdłuż ściany dwoma linami nawijającymi się na dwa niezależne bębny 5. Za pomocą wykładni rurowej 2 (rys. 205) przytwierdzonej do wrębniarki wciąga się jedną z lin 4 wprost we wręb jeszcze przed odstrzeleniem calizny. Linę zewnętrzną 5 zaś umocowuje się do słupa rozporowego 6.

Ładowarki zgrzeblowe (rys. 206) są w większości przypadków budowane w oparciu o ciągnik, silnik i głowicę wrębniarki. Zamiast wrębniarki stosuje się tu jednak ramę z łańcuchem, w który wstawia się zgrzebla

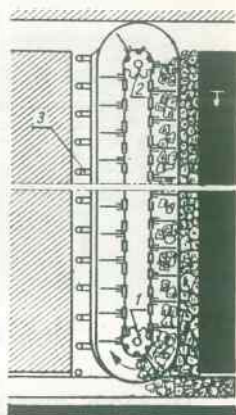
wspornikowe 1; na ramie zabudowuje się też stałą odkładnię 2. Ładowarkę prowadzi się albo obok pancernego przenośnika zgrzeblowego (rys. 207 a), albo też obok czoła przodku (rys. 207 b).

c. Mechanizacja urabiania i ładowania w ścianach

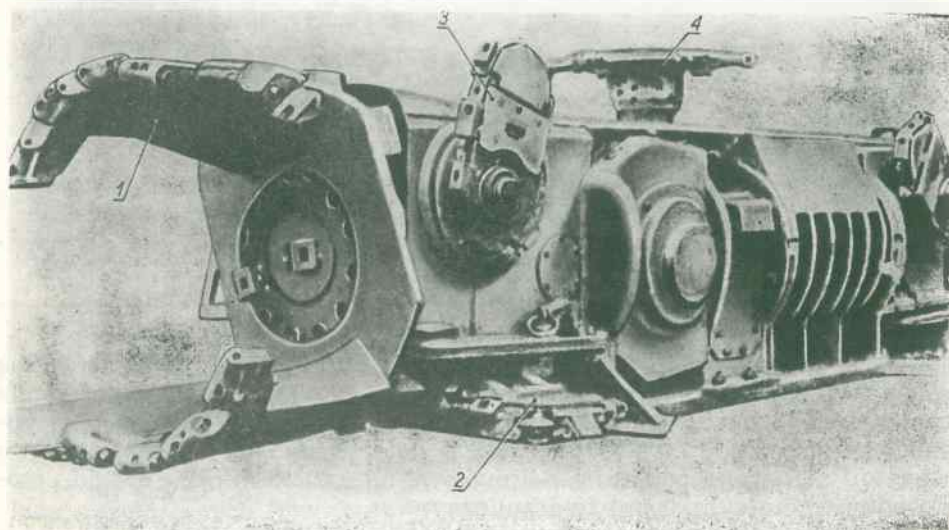
Użycie ładowarek obok wrębiarek, to wprowadzenie do stosunkowo wąskiego pola roboczego w ścianie drugiej maszyny; powstają przy tym duże kłopoty w synchronizacji i organizacji ich pracy. Dlatego też oddzielne ładowarki są stosowane w przodkach ścianowych niechętnie, są one natomiast szeroko wykorzystywane w maszynach zespołowych.

Przykładem zespołowych maszyn ładująco-transportujących są przenośniki ładujące (rys. 208), w których gwiazdy napędowa 1 i zwrotna 2 są poziome (a nie jak normalnie pionowe). Łańcuch zaopatrzony w zgrzebła wspornikowe porusza się po rynnach o niskich krawężnikach od strony czoła przodku. Istotną cechą tego przenośnika jest to, że jest on za pomocą rozpór 3 stale dosuwany do czoła ściany i wskutek tego wciskany w urobek. Poruszające się zgrzebła łańcucha zagarniają i transportują urobek wzdłuż ściany.

Urabianie węgla maszynami zespołowymi, po długoletnich próbach, zaczyna w ostatnim ćwierćwieczu zdobywać sobie pierwszeństwo przed kłopotliwym urabianiem materiałami wybuchowymi. Zaletą tego sposobu urabiania jest równoczesne oddzielanie urobku od calizny i ładowanie go na środki odstawy za pomocą jednej maszyny. Dalszymi zaletami jest uniknięcie użycia niebezpiecznych materiałów wybuchowych oraz znacznie większe natężenie robót,



Rys. 208. Schemat zgrzeblowego przenośnika ładującego



Rys. 209. Ścianowy kombajn wierzący ramionowy

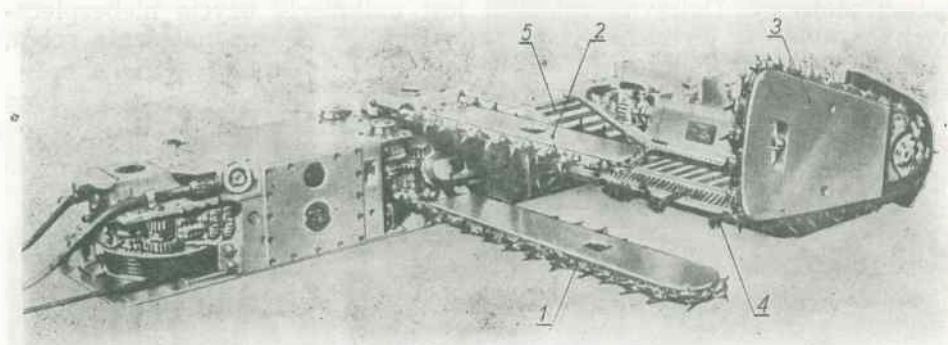
a w związku z tym zmniejszenie obsady ściany i zwiększenie wydobywania. Do pracy w ścianach stosuje się o wiele więcej różnych maszyn zespołowych niż do pracy w chodnikach. Można je podzielić na maszyny wierzące, wycinające, frezujące, strugające, odbijające i kombinowane. Dalszy ich podział przeprowadza się na podstawie głowic użytych do urabiania.

Wierzące kombajny ramionowe (rys. 209) urabiają calizną skalną przez zwiercanie za pomocą obracających się ramion 1 zaopatrzonych w ostrza. Obracające się ramiona wiercą koliste wręby średnicy 70 do 80 cm, pozostający zaś wewnątrz rdzeń węglowy rozpada się na części i tymiż ramionami jest wrzucany na pancerny przenośnik zgrzeblowy.



Rys. 210. Ścianowy kombajn wierzący pierścieniowy

Te same maszyny po dobudowaniu do nich wrębnika przyspagowego 2 i odcinającego 3 oraz wrębnika wyrównującego strop 4 mogą pracować jako *maszyny kombinowane wierząco-wycinające*. Maszyny te przesuwają się za pomocą nieruchomego łańcucha rozpiętego wzdłuż przenośnika. Łańcuch przechodzi przez gwiazdkę ciągnika kombajnu, która obracając się przesuwa kombajn.



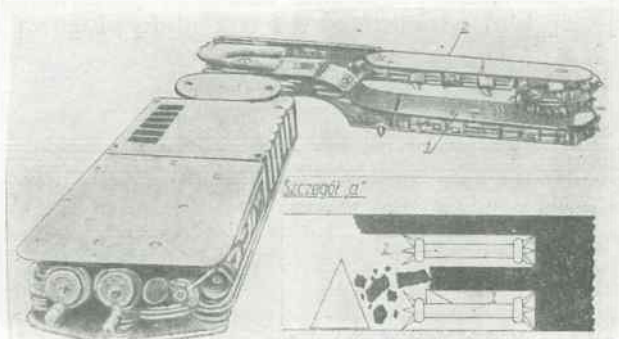
Rys. 211. Ścianowy kombajn wycinający o wrębnikach prostych

Wierzące kombajny pierścieniowe (rys. 210) urabiają calizną skalną przez zwiercanie z niej urobku za pomocą obracającego się pierścienia zaopatrzonego na czołowej powierzchni w ostrza. Zwiercany w ten sposób rdzeń średnicy 40 do 100 cm jest dalej rozsadzany przez stożkowe wiertło i podawany podawarką ślimakową na przenośnik. Posuw do przodu odbywa się cylindrami hydraulicznymi.

Wierzące kombajny wiertłowe ścianowe w przeciwieństwie do chodnikowych (patrz rys. 164) są stosowane rzadko. Wtedy zamiast podawarki

podłużnej stosuje się podawarkę poprzeczną. Bardzo szeroko natomiast rozpowszechniły się w ścianach kombajny wycinające, wywodzące się w prostej linii od wrębiarek łańcuchowych.

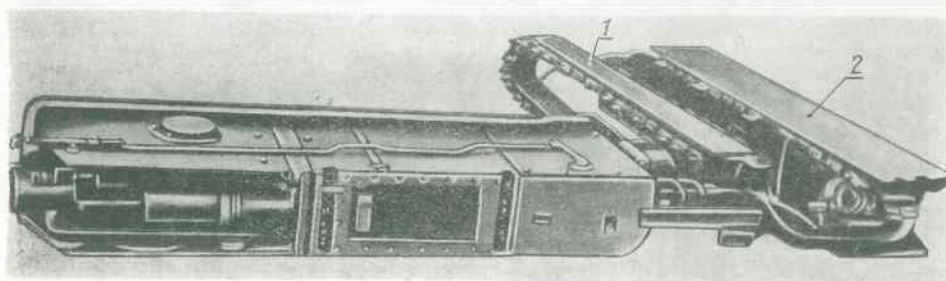
Wycinające kombajny o wrębnikach prostych (lub zakrzywionych) mogą mieć najrozmaitsze układy i kombinacje wrębników łańcuchowych i żerdziowych (tzw. grzybków), które wycinają z calizny zasadniczy pas węgla szerokości 100 do 220 cm. Ponadto dodatkowe wrębniki łańcuchowe, żerdziowe i tarczowe mogą ten pas węgla rozcinać na węższe części,



Rys. 212. Ścianowy kombajn wycinający o jednym wrębniku wygiętym

łatwiejsze do odrywania i transportowania. Przykładowo na rys. 211 podano kombajn o dwóch poziomych wrębnikach łańcuchowych 1 i 2 oraz jednym pionowym 3. Urobek spadający na spąg jest tu ładowany ładowarką żerdziową 4 (obracająca się żerdź zaopatrzona w łopatki) i przerzucany na podawarkę taśmową 5, a z niej dopiero na przenośnik.

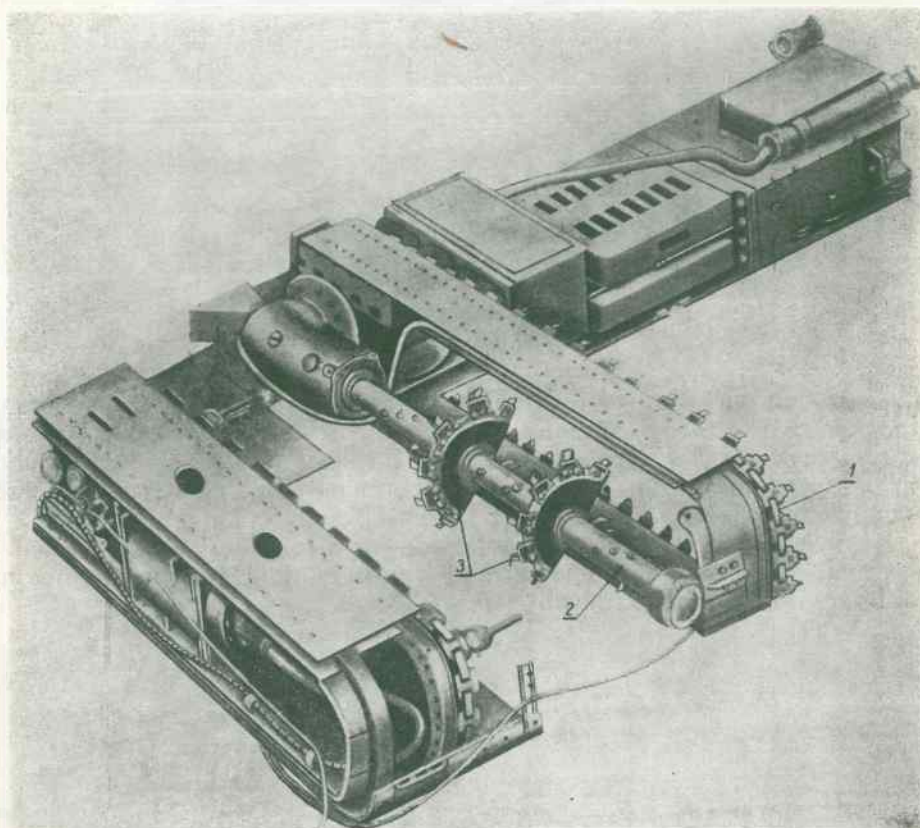
Na rys. 212 podano kombajn o jednym wrębniku zakrzywionym 1 i jednym wrębniku łańcuchowym prostym. Istnieją również kombajny o kilku wrębnikach zakrzywionych.



Rys. 213. Ścianowy kombajn wycinający o wrębniku pierścieniowym

Wycinające kombajny o wrębnikach pierścieniowych mają najczęściej jeden wrębnik pierścieniowy, który wycina z calizny zasadniczy pas węgla szerokości 80 do 220 cm. Oprócz tego mogą one mieć dodatkowe wrębniki rozcinające. Do pokładów bardzo cienkich (0,4 do 0,8 m) wystarczają kombajny tylko o wrębniku pierścieniowym 1 bez dodatkowych wrębników rozcinających (rys. 213). Warto zauważyć, że przy kombajnach tych stosuje się ładowarki zgrzeblowe 2 o pionowych łańcuchach. Zgrzebła ich nie tylko przerzucają urobek na przenośnik, lecz również i odrywają go

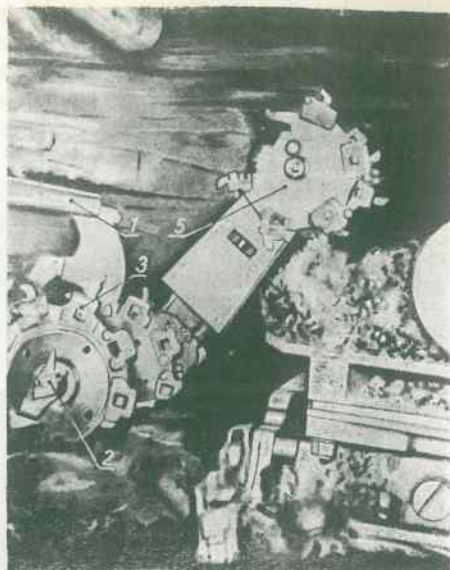
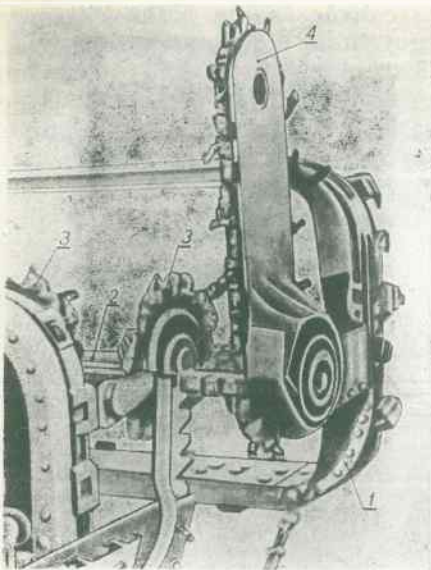
od wyciętego wrębnikami pasa. Do pokładów grubości 0,8 do 1,2 m poza wrębnikiem pierścieniowym 1 najczęściej stosuje się dodatkową żerdź kruszącą 2 i tarcze rozcinające 3 (rys. 214). Zasięg tych kombajnów można rozszerzyć do grubości pokładów 1,6 m, stosując dodatkowe wrębniaki 4 (rys. 215 a) lub też tarcze 5¹⁾ (rys. 215 b) odcinające łatę węgla pozostającą przy stropie. Przy grubościach ponad 1,6 m stosuje się bądź podwójne wrębniaki pierścieniowe umieszczone nad sobą, bądź też specjalnie wysokie wrębniaki konturowe 1 (rys. 216), które dwukrotnie przecinają wycinany pas calizny. Do odrywania odciętego pasa węgla i ładowania urobku stosuje się klin odsadzający 3 i odkładnię pługową 2.



Rys. 214. Ścianowy kombajn wycinający o wrębniku pierścieniowym z żerdzią kruszącą i tarczami rozcinającymi

Frezujące kombajny łańcuchowe urabiają caliznę skalną przez sfrezowywanie z niej urobku za pomocą poruszających się łańcuchów. Przykładem takiej maszyny może być kombajn (rys. 217), w którym siedem, nieco względem siebie rozchylonych, łańcuchów wrębnych poruszających się między dwoma wałami tworzy głowicę urabiającą 1 szerokości 1500 mm. Po uruchomieniu łańcuchów głowicę wysuwa się o 50 do 60 cm w przód i wykonuje się wręb przy spągu. Z kolei zatrzymuje się posuw i podno-

¹⁾ Zbudowane przez K. Herdzika, W. Lesieckiego, P. Prudla i E. Zuka i po raz pierwszy użyte w kopalni Chwałowice w 1956 r.



Rys. 215. Urządzenia rozszerzające stosowalność kombajnów do różnych grubości pokładu

a — wrębniak odcinający, b — tarcze odcinające

sząc głowicę w górę urabia się pas calizny na wysokość do 2,5 m. Urobek jest łańcuchami głowicy przenoszony na poprzeczną podawarkę taśmową 2 wrzucającą go na przenośnik.

Frezujące kombajny bębnowe urabiają caliznę skalną przez sfrezowywanie z niej urobku za pomocą obracających się bębnow szerokości 400 do 600 mm, złożonych z 4 do 5 związanych z sobą tarcz (rys. 218) średnicy 800 do 1000 mm, które na obwodzie są zaopatrzone w ostrza. Wał tarcz nie jest prostopadły do podłużnej osi maszyny, lecz nieco (o $7,5^\circ$) odchylny w tył, wskutek czego bęben energicznie urabia węgiel zabiorem głębokości 40 do 60 cm. Kombajn napędza się z każdej dowolnej wrębiarki, która swoim ciągnikiem przesuwa się wzdłuż przodku ścianowego. Do ładowania stosuje się ładowarkę plurową.

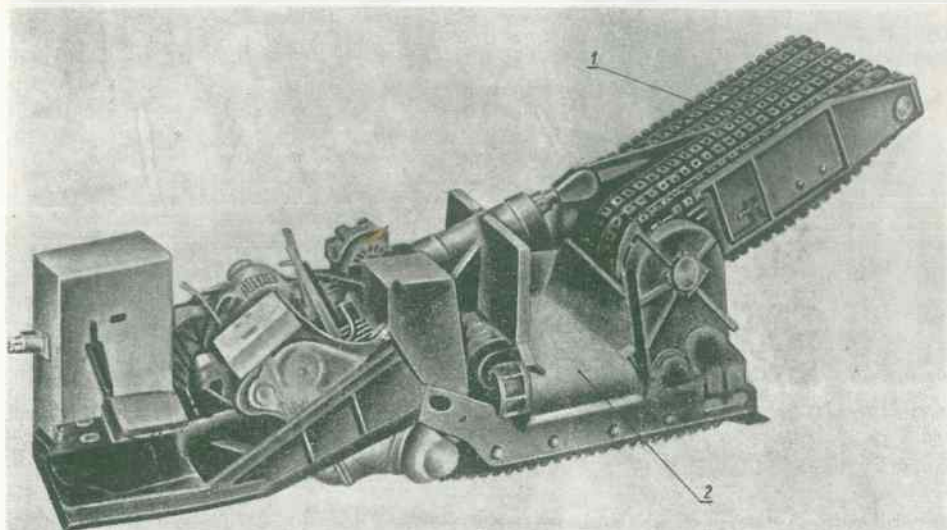
W Polsce tarcze podobnej maszyny ¹⁾ mają zamiast ostrzy ciężkie noże wykonane w kształcie młotów przymocowanych przegubowo do tarcz (rys. 219).



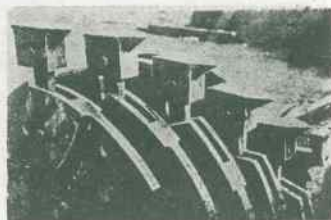
Rys. 216. Ścianowy kombajn wycinający o wrębniku dwukrotnie wygiętym

¹⁾ Zbudowana w 1955 r. przez B. Smyłę, a następnie ulepszona przez Z. Koreckiego i L. Plutę.

Frezujące kombajny łapowe urabiają caliznę skalną przez sfrezowywanie z niej urobku za pomocą obracających się pojedynczych łap 1 i 2 zaopatrzonych w mocne ostrza (rys. 220). Ponadto podczas urabiania cała głowica waha się w płaszczyźnie pionowej. Odrywany łapami węgiel spada na spąg, skąd zabierają go zgrzebła ładowarki zgrzeblowej 3 i przetrzucają na przenośnik ścienny.



Rys. 217. Ściany kombajn frezujący łańcuchowy



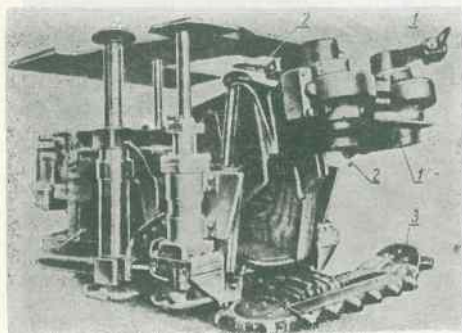
Rys. 218 (z lewej). Ściany kombajn frezujący bębnowy

Rys. 219 (z prawej). Noże młotowe frezującego kombajnu bębnowego

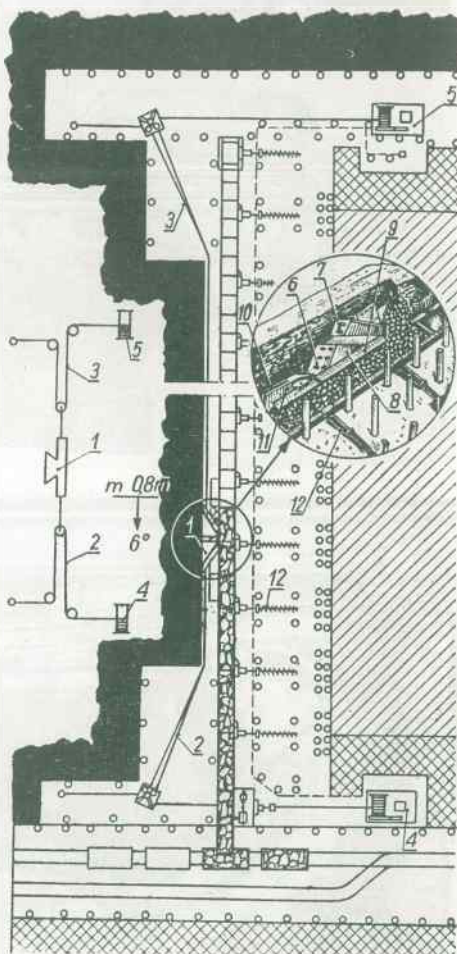
Strugające kombajny o nożach prostych urabiają caliznę skalną przez zestrugiwanie z niej urobku za pomocą głowic 1 (rys. 221) w kształcie ostrzy klinowych, które są w czasie pracy przesuwane wzdłuż czoła ściany za pomocą lin 2 i 3 nawijających się na kołowroty 4 i 5 ustawione w chodniku nad- i podścianowym. Głowica urabiająca (patrz szczegół) składa

się z jednego lub też kilku noży prostych 6 i 7 przykręconych do dwóch kadłubów 8 połączonych z sobą przegubem. Ukośne powierzchnie kadłubów tworzą odkładnie pługowe przesuwające zestrugany węgiel na przenośnik zgrzeblowy. Do boku kadłubów przymocowano długą prowadnicę 9 opierającą się o rynny przenośnika. Z obu stron prowadnicy są krążki 10 dla lin ciągnących, a ponadto lemiesz 11, które oczyszczają drogę przed strugiem. Za każdym posuwem wzdłuż ściany z prędkością 6 do 8 m/min głowica zstruguje pas węgla grubości 20 do 50 cm. Po wykonaniu każdego suwu przenośnik i głowica muszą być dosunięte do czoła przodku o taką odległość, aby mogły urabiać następny pas węgla. Przesuwa się je najczęściej cylindrami 12, których tłoki uruchamia się powietrzem sprężonym.

Strugające kombajny o nożach zębatych mają głowice urabiające 1 (rys. 222) wykonane w postaci kadłubów zaopatrzonych w szereg oddzielnych zębów leżących nad sobą. Głowice te są znacznie lżejsze od poprzednich, dzięki czemu nie tylko są prowadzone przez pancerny przenośnik zgrzeblowy, lecz również uruchamiane z jego napędu za pomocą łańcuchów bez końca 2. Lekkie głowice pozwalają jednak zestrugiwać pasy



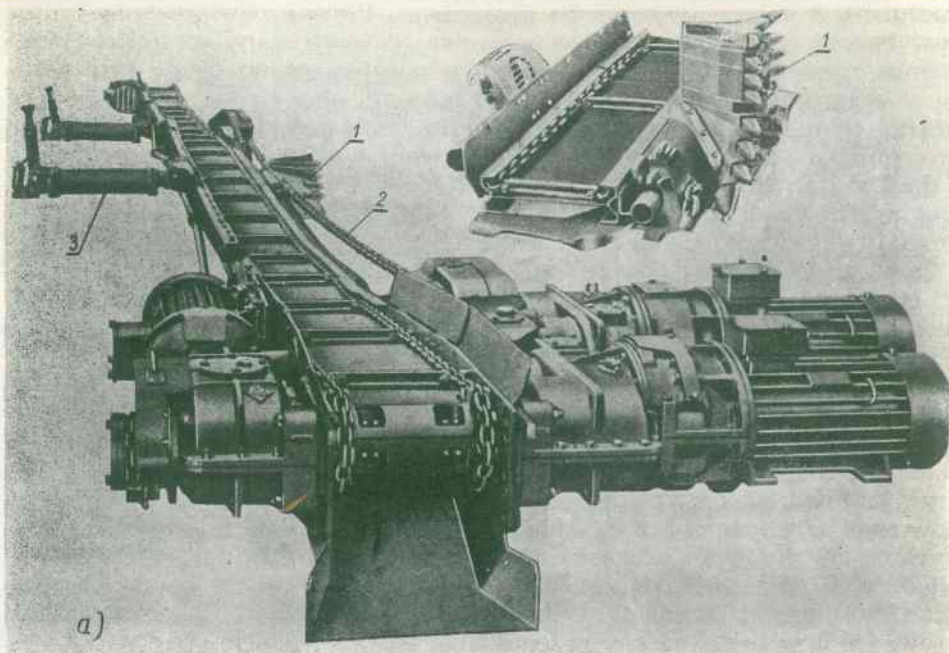
Rys. 220. Ścianowy kombajn frezujący łapowy



Rys. 221. Ścianowy kombajn strugający o nożach prostych

węgla tylko niewielkiej grubości (5 do 20 cm). Aby uzyskać odpowiednią wydajność maszyn, zwiększono prędkości posuwu do 25, a nawet 40 m/min. Dosuwanie przenośnika po każdym przesunięciu się głowicy wzdłuż ściany odbywa się również za pomocą cylindrów pneumatycznych 3.

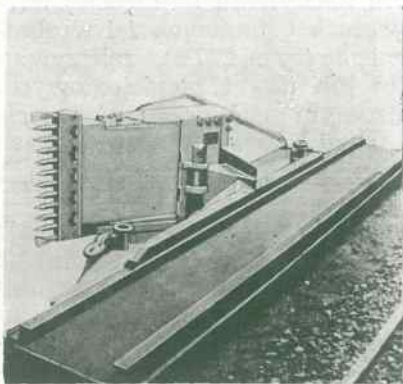
Odbijające kombajny taranowe (rys. 223) urabiają caliznę skalną przez odbijanie z niej urobku za pomocą głowic podobnych do strugowych, lecz w których cały kadłub wraz z ostrzami jest wprawiony w ruch drgający. Stosowane są one rzadko.



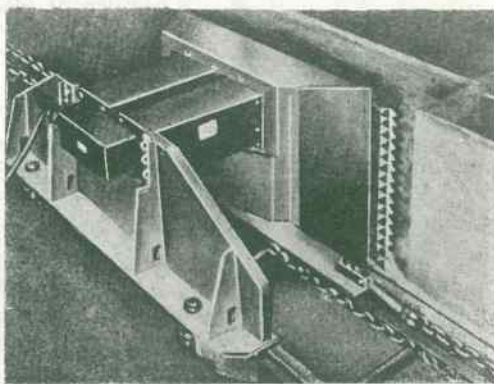
Rys. 222. Ścianowy kombajn strugający o nożach zębatych
 a — widok ogólny, b — podczas pracy w ścianie

Odbijające kombajny łupaczowe (rys. 224) w przeciwieństwie do taranowych mają głowice, w których w ruch drgający są wprowadzane tylko ostrza urabiające.

Kombajny wiercąco-wycinające urabiają caliznę skalną przez równoczesne zwiercanie i wycinanie z niej urobku. Na rys. 209 pokazano jedną z takich maszyn, w których częścią wiercącą są ramiona, wycinającą zaś wrębniaki łańcuchowe i tarczowe. Odminną konstrukcję ma kombajn

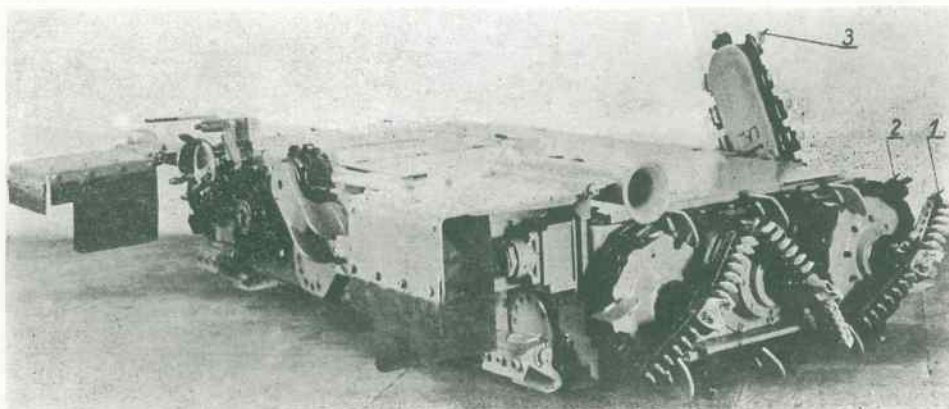


Rys. 223. Ścianowy kombajn odbijający taranowy



Rys. 224. Ścianowy kombajn odbijający łupaczowy

(rys. 225), którego częścią wiercącą są trzy lub cztery wiertła piórowe 1, wycinającą zaś wrębniak pierścieniowy 2 obiegający po obwodzie głowicy oraz dodatkowy wrębniak 3 odcinający łatę przystropową. Maszyny te są budowane dla pracy w jednym kierunku posuwu lub też w obu kierunkach. Urobek spada na spąg, skąd wiertła i łańcuchy przerzucają go na leżący obok przenośnik zgrzeblowy.

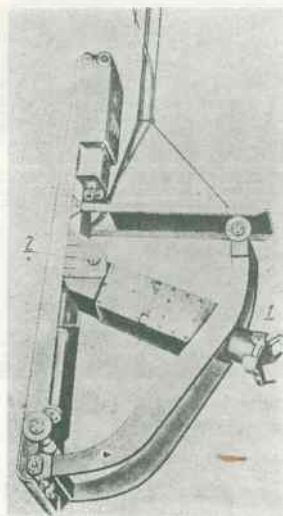


Rys. 225. Ścianowy kombajn wiercąco-wycinający

Kombajny frezująco-wiercące (rys. 226) urabiają caliznę skalną przez równoczesne sfrezowywanie i zwiercanie z niej urobku. Stosowane są w ścianach o dużym nachyleniu. Ich głowica urabiająca jest zbudowana w postaci obracającej się koronki 1 z kilkoma nożami. Głowica ta jest przegubem 2 przymocowana do ramy zawieszzonej na linach koło-

wrotu ustawionego w chodniku nadścianowym i podczas pracy wykonuje ruch wahadłowy dookoła przegubu. W ten sposób następuje zwiercanie i sfrezowywanie węgla z calizny. Powstający urobek zsypuje się własnym ciężarem do chodnika podścianowego.

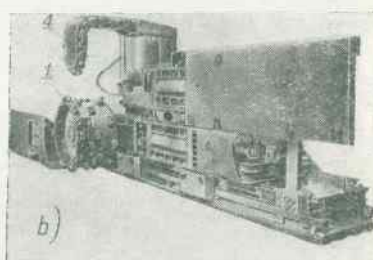
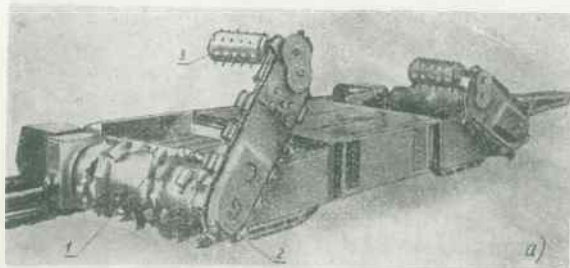
Kombajny wycinająco-frezujące mają głowice urabiające złożone z różnego rodzaju frezów oraz wrębników, wskutek czego urabiają caliznę skalną przez równoczesne wycinanie i sfrezowywanie z niej urobku. Do pokładów o łagodnym nachyleniu najczęściej używa się maszyn o *frezach bębnowych* 1 i wrębnikach prostych 2 i 3 (rys. 227 a), zakrzywionych 4 (rys. 227 b) lub nawet pierścieniowych. Do pokładów o stromym nachyleniu używa się maszyn o *frezach ślimakowych* 1 i wrębnikach prostych 2 i 3 (rys. 228 a) lub tarczowych 4 i 5 (rys. 228 b).



Rys. 226. Ścianowy kombajn frezująco-wierzący

Kombajny wycinająco-strugające urabiają caliznę skalną przez równoczesne wycinanie i zestrugiwanie z niej urobku. Są one kombinacją strugów, w których ostrza głowicy (rysunek 229) zastąpiono przez wrębnik łańcuchowy 1.¹⁾ Dla lepszego rozluźniania calizny dodatkowo dodano dwa poziome wrębniaki żerdziowe 2 i 3. Pozostawiono natomiast bez zmian odkładnię strugową 4, lemiesz 5 oraz ciągnio 6 opierające się na pancernym przenośniku zgrzeblowym. Obecnie próbowane są w Polsce²⁾ nowe konstrukcje wrębostrugów z wrębnikami tarczowymi.

Kombajny wycinająco-odbijające urabiają caliznę skalną przez równoczesne wycinanie i odbijanie z niej urobku. Są one zatem kombinacją taranów lub łupaczy, których głowice zaopatrzone w dodatkowe wrębniaki. Wśród nich więk-



Rys. 227. Ścianowe kombajny wycinająco-frezujące bębnowe o wrębnikach
a — prostych, b — zakrzywionych

szego znaczenia nabierają wrębołupacze,³⁾ w których częścią wycinającą są dwa krótkie wrębniaki łańcuchowe 1 i 2 (rys. 230), wykonujące wręby wyprzedzające. Część odbijającą stanowi sześć grótów 3, które otrzymują

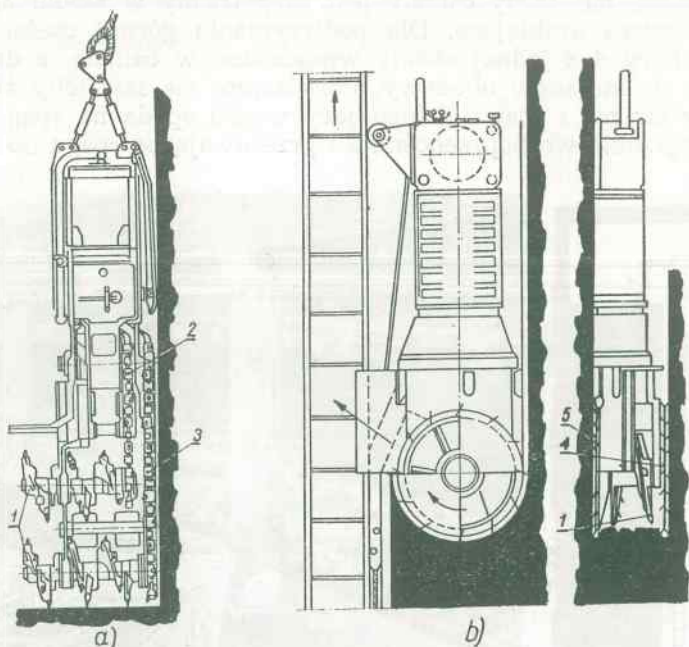
¹⁾ Konstrukcje wrębostrugów łańcuchowych pomysłu J. Borowca próbowano w 1951 r. w kopalni Nowa Ruda.

²⁾ Idea wrębostrugów tarczowych powstała w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w 1954 r. (W. Lesiecki).

³⁾ Idea wrębołupaczy powstała w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach w 1946 r. (O. Popowicz).

kolejne uderzenia. Przedłużeniem grotów jest odkładnia 4 spychająca urobek na przenośnik zgrzeblowy.

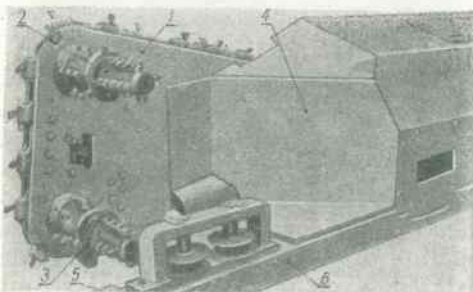
Z tego bardzo pobieżnego przeglądu sposobów wybierania węgla w ścianach wynika niezbicie, że w ostatnim ćwierćwieczu mechanizacja



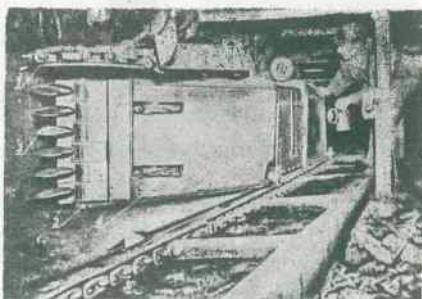
Rys. 228. Ścianowe kombajny wycinająco-frezujące ślimakowe o wróbkach

a — łańcuchowych, b — tarczowych

urabiania i ładowania osiągnęła już bardzo wysoki poziom. Wynikiem tego jest przede wszystkim bardzo poważne zmniejszenie liczby załogi w ścianach oraz osiągnięcie większego wydobywania na zmianę.



Rys. 229. Ścianowy kombajn wycinająco-strugający

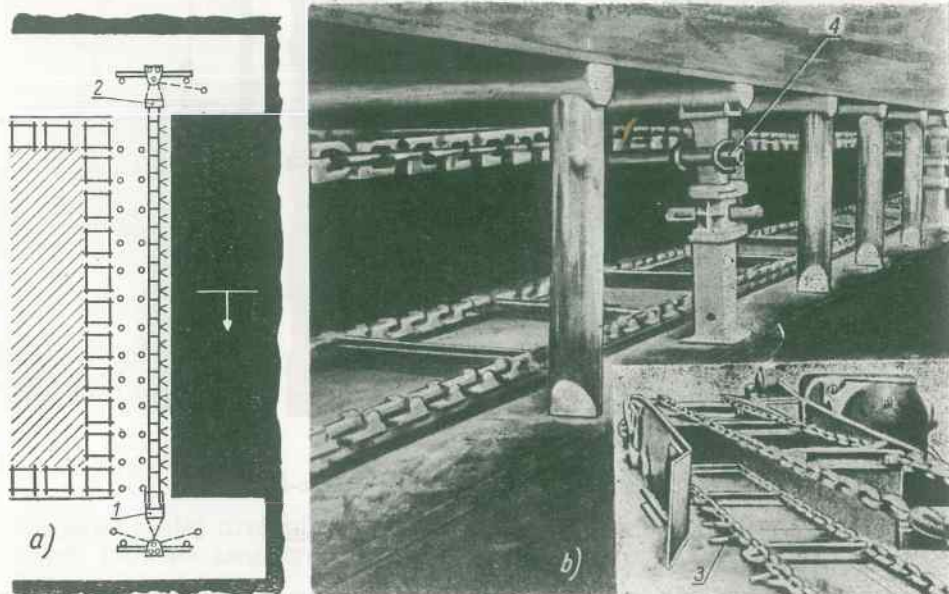


Rys. 230. Ścianowy kombajn wycinająco-odbijający

Technika górnicza nie zadowala się jednak osiągnięciami omówionych maszyn zespołowych głównie dlatego, że kombajny te urabiają stosunkowo wąskie pasy węgla wzdłuż długiego frontu ścianowego. Stąd powstaje dążność do budowania maszyn, które by atakowały równocześnie

caliznę czołowo na całej długości ściany. Maszyny takie rozwiązano w postaci wręboprzeñośników łańcuchowych.

Wręboprzeñośnik (rys. 231) składa się z dwóch łańcuchów połączonych z sobą poprzecznymi zgrzeblami i przechodzącymi przez napęd 1 i zwrotnię 2. Łańcuch od strony calizny jest zaopatrzony w kłódki 3, w które wstawiono ostrza urabiające. Dla podtrzymania górnej części łańcucha stosuje się rury 4 z jednej strony wpuszczane w caliznę, z drugiej zaś umocowane do stojaków obudowy. Poruszające się łańcuchy łożą dwa wręby przy stropie i spagu. Odpadający węgiel spada na spąg, skąd zabierają go zgrzebla wręboprzeñośnika i przesuwają po spagu do chodnika.



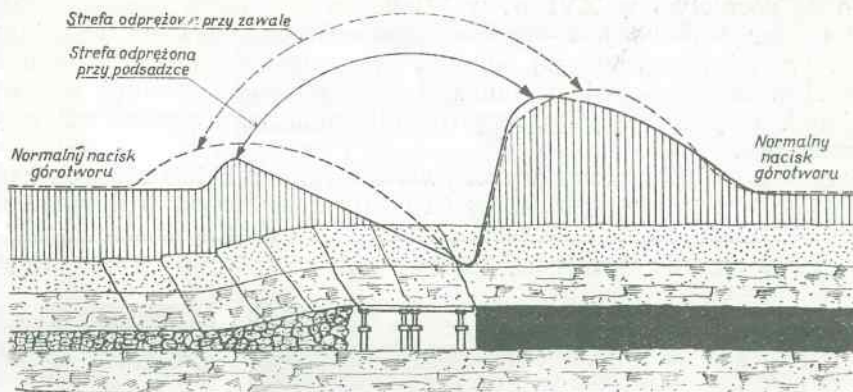
Rys. 231. Ścianowy wręboprzeñośnik łańcuchowy
a — schemat, b — widok

d. Obudowa ścian

Obudowa ścian ma na celu zabezpieczenie miejsca pracy w czasie wybierania kopaliny użytecznej ze złoża. Na zachowanie się stropu w wyrobiskach ścianowych wpływa postęp czoła przodku, czas trwania postojów, długość ściany, usytuowanie jej względem płaszczyzn lupności, sposób likwidacji wyrobisk oraz sposób obudowania. Zasadniczo żadna obudowa nie jest w stanie utrzymać takiego stanu równowagi, jaki panował w górotworze przed wybraniem kopaliny użytecznej. Z tego względu dąży się do tego, aby ciężar skał nadkładowych oprzeć z jednej strony na caliznie węglowej (rys. 232), z drugiej zaś na zrobach wypełnionych podsadzką lub skałą z zawału. W ten sposób wyrobisko ścianowe znajduje się jakby pod naturalnym sklepieniem strefy o zmniejszonym ciśnieniu. W ścianach stosuje się obudowę drewnianą lub stalową.

Obudowa drewniana ścian jest już obecnie rzadko stosowana. Niekiedy przy stropach mocnych obudowuje się wyrobisko krzyżami (rys. 233). Krzyż składa się z krótkiej połowicy i podpierającego ją stojaka. Znacznie

częściej stosuje się obudowę stropnicami podpartymi kilkoma stojakami (patrz rys. 197). Przy stropach kruchych lub spękanych na stropnicach daje się okładziny z okorków. Obudowa stropnicami może być zakładana równolegle (rys. 234 a) lub też prostopadle (rys. 234 b) do czoła ściany. W pierwszym przypadku stosuje się stropnice 4 do 6 m podparte kilko-

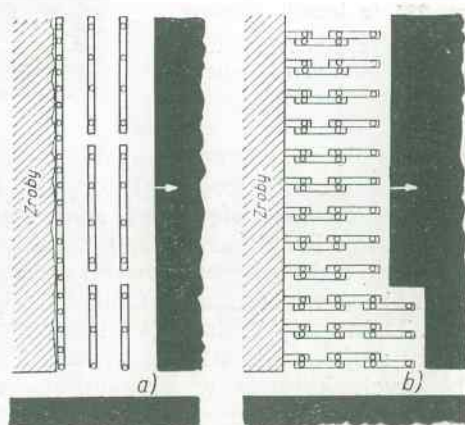


Rys. 232. Schemat rozkładu ciśnień górotworu w przodku ścianowym

ma stojakami, w drugim stropnice krótkie około 2 m podparte dwoma stojakami. Odstęp między poszczególnymi liniami stojaków waha się od 1,0 do 1,5 m. Pola zawarte między szeregami stojaków, czyli liniami równoległymi do czoła ściany, noszą nazwę *pól obudowy*, przy czym pierwsze pole od czoła ściany nazywa się *polą przyczolowym (roboczym)*, ostatnie zaś *polą przyzrobowym*.



Rys. 233. Ściana obudowana krzyżami drewnianymi



Rys. 234. Obudowa ściany odrzwiami drewnianymi

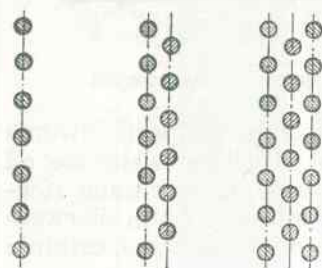
a — równoległa do czoła przodku, b — prostopadła do czoła przodku

Poza tą obudowę stosuje się też obudowę specjalną w miejscach, gdzie wymagana jest pewniejsza ochrona stropu. Do obudowy tego rodzaju należą *organy* (rys. 235), tj. szeregi stojaków ustawionych gęsto (w odległości 200 do 500 mm) obok siebie, oraz *stosy* układane z okraglaków (rys. 236 a) lub twardego drewna kantowego (rys. 236 b). Stosy z okragla-

ków używane są wtedy, gdy mają na stałe pozostać w wybranej przestrzeni. Ścisłość ich wynosi 40 do 50%; dla zmniejszenia ścisłości wypełnia się je skałą płonną. Jeśli stosy mają być przenoszone, korzystniej jest użyć twardego drewna kantowego, przy czym dla przyspieszenia ich rozbierania wstawia się ukośne belki wyzwalające. Stosy wprowadzono do górnictwa w XVI w. w Wieliczce.

Obudowa stalowa jest obecnie powszechnie stosowana w ścianach, przy czym istnieje wiele jej odmian. Zasadniczym elementem obudowy stalowej w ścianach jest stropnica stalowa podparta również stalowymi stojakami. Stojaki mogą być sztywne lub podatne, stropnice zaś zwykłe lub członowe.

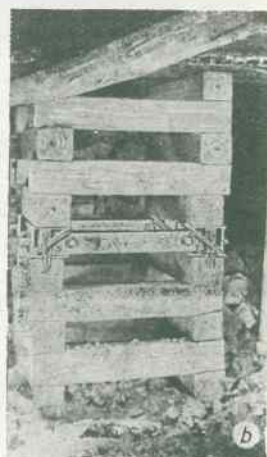
Sztywne stojaki stalowe wykonywano z rur, szyn lub różnych kształtowników. Niestety wszystkie tego rodzaju stojaki pod wpływem przeciążenia ulegają często zniekształceniom i wymagają kosztownych napraw. Toteż obecnie stosuje się prawie wyłącznie *podatne stojaki stalowe*,



Rys. 235 (z lewej). Organy

Rys. 236 (z prawej). Stosy

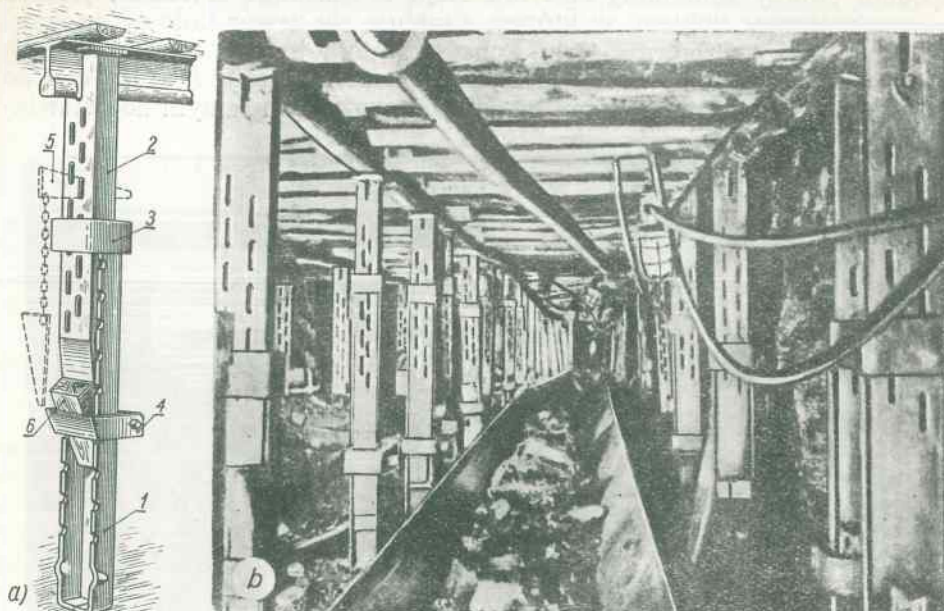
a — z okrągłaków, b — z drewna kantowego



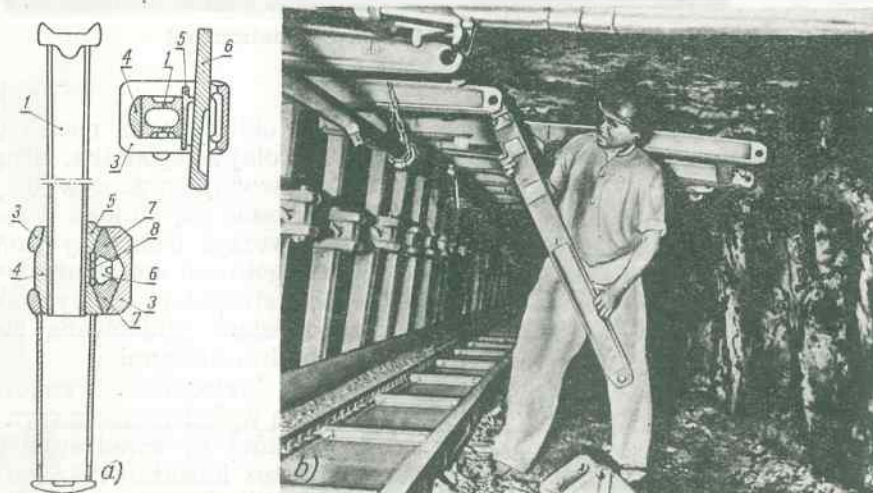
czyli stojaki, które pod naciskiem górotworu mogą się nieco zsuwać, aż osiągną całkowitą (roboczą) podporność. Znane są tu stojaki, których *podatność uzyskuje się przez zgniatanie pewnego elementu*, np. wkładki drewnianej. Przykład takiego stojaka pokazano na rys. 237 a, gdzie stojak składa się z dwóch rozsuwnych części, a mianowicie dolnej — *spodnika 1* i górnej — *rdzennika 2*. Obie te części są z sobą połączone objemkami 3 i 4. Dolna część rdzennika ukształtowana jest w postaci klina. Po ustawieniu stojaka pod stropnicą zaciska się go za pomocą klinów stalowych 5 wbijanych kolejno w przesunięte względem siebie otwory rdzennika i spodnika. Następnie pomiędzy dolną objemką 4 i klinową część rdzennika wbija się drewniany klin 6 i usuwa kliny stalowe 5. W ten sposób ustala się ostatecznie długość stojaka. Pod naciskiem stropu rdzennik będzie się przesunął względem spodnika, a klinowe jego zakończenie będzie zgniatać do pewnych granic drewniany klin. Ścianę obudowaną takimi stojakami pokazano na rys. 237 b.

Znacznie częściej stosuje się stojaki stalowe, w których *podatność uzyskuje się przez tarcie części górnej stojaka względem dolnej*. Przykład tego rodzaju stojaka pokazano na rys. 238 a. Stojak składa się z dwóch rozsuwnych części: rdzennika 1 z głową oraz spodnika 2 ze stopą, które są wykonane w kształcie czworobocznej rury. Do górnej części spodnika

przypawana jest objemka 3 zamka, w którym znajduje się wkładka 4 i płyta cierna 5. Rdzennik wchodzący między wkładkę a płytę cierną zaciska się przez wbijanie klina poprzecznego 6, który działa przez dwa



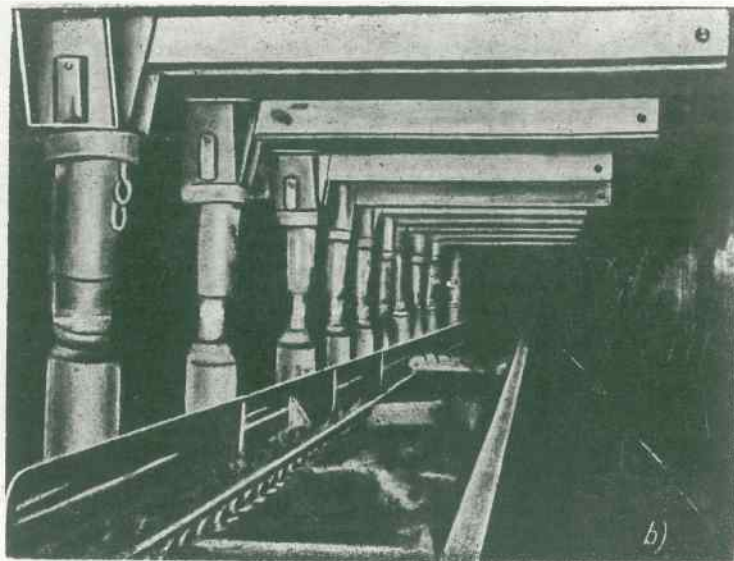
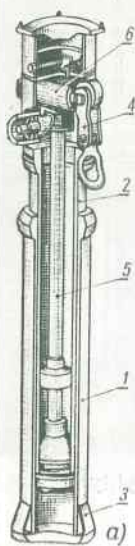
Rys. 237. Obudowa ściany stojakami stalowymi i stropnicami zwykłymi
a — stojak, b — widok ściany



Rys. 238. Obudowa ściany stojakami stalowymi i stropnicami członowymi
a — stojak, b — widok ściany

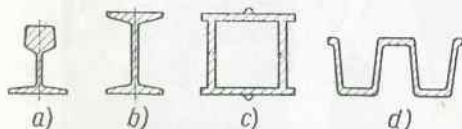
kliny boczne 7. W celu regulacji podatności stojaka między klin poprzeczny 6 a płytę cierną 5 wstawia się wkładkę drewnianą 8. Płytką tą chroni zamek przed zniszczeniem w razie nadmiernego wzrostu ciśnienia. Ścianę obudowaną takimi stojakami pokazano na rys. 238 b.

W ostatnich latach zaczynają się rozpowszechniać w ścianach stojaki hydrauliczne. Stojak taki (rys. 239 a) składa się z dwóch rur wchodzących jedna w drugą, z których dolna jest spodnikiem 1, a górna rdzennikiem 2. Spodnik tworzy zamknięty zbiornik oleju 3, rdzennik natomiast jest od dołu zakończony tłokiem, w którym znajduje się zawór kulowy ze sprężyną, nad nim zaś zbiornik oleju. Ponadto w dolnej części rdzennika znajduje się pompa zaworowa uruchamiana ręcznie dźwignią 4. Służy ona do przepompowania oleju z rdzennika do spodnika, a tym samym do ustawia-



Rys. 239. Obudowa ściany stojakami hydraulicznymi
a — stojak, b — widok ściany

nia i zaciskania stojaka pod stropnicą. Stojaki są obliczone na nacisk do 20 T. Przy wzroście ciśnienia powyżej tej wartości olej ze spodnika, cisnąc przez rurkę 5 na sprężynę górnego zaworu 6, powoduje przepływ oleju nad tłok rdzennika. Następuje więc powolne zsuwanie się stojaka. Przez ręczny obrót dźwigni 4 zaworu 6 można też otworzyć całkowity przepływ oleju ze spodnika do rdzennika, czyli przygotować stojak do wyjęcia spod stropnicy. Na rys. 239 pokazano ścianę obudowaną stojakami hydraulicznymi.

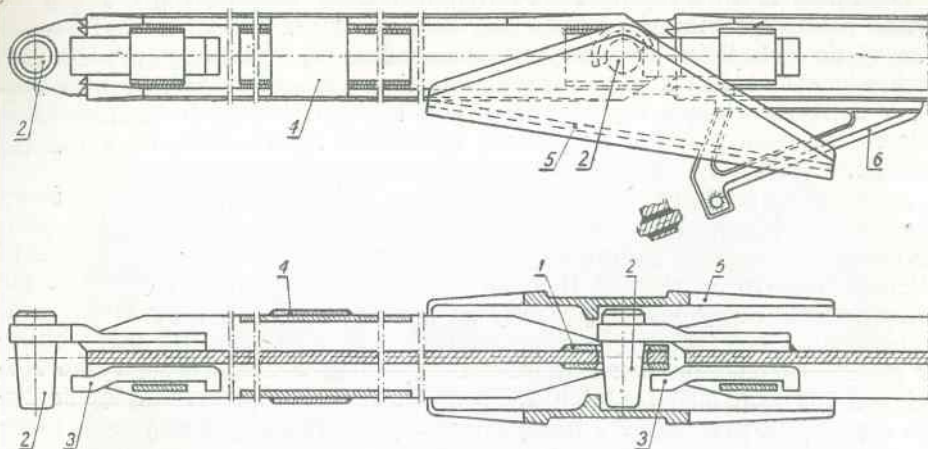


Rys. 240. Różne kształty zwykłych stropnic stalowych

Zwykle stropnice stalowe (rys. 240) są wykonywane z szyn a, dwuteowników b, kwadratowych rur c lub też kształtowników falistych d. Wielką ich wadą jest

wyginanie oraz skręcanie pod wpływem nierównomiernie rozłożonego obciążenia nacisku górotworu.

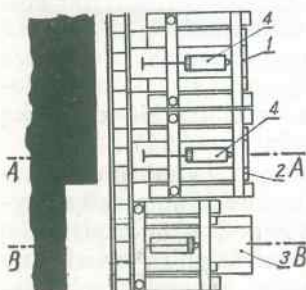
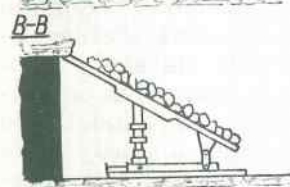
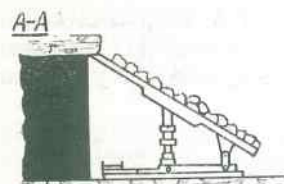
Stąd coraz częściej w górnictwie zaczyna się stosować stropnice człownowe. Są one krótsze, a więc lżejsze i łatwiejsze do zabudowania nawet przez jednego robotnika (patrz rys. 238). Wiążą one z sobą poszczególne stojaki, są znacznie odporniejsze na odkształcenia, gdyż mogą się nieco odchylać od osi w płaszczyźnie pionowej i poziomej na połączeniach. Naj-



Rys. 241. Stropnica członowa

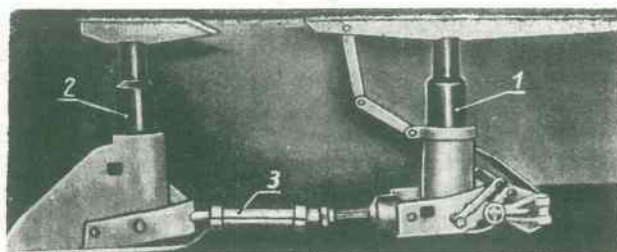
częściej stosuje się połączenia przegubowe poszczególnych członów stropnicy (rys. 241). Wtedy końce stropnicy są z jednej strony zaopatrzone w otwór 1, z drugiej zaś w czop 2 i zasuwkę 3. Po włożeniu czopa jednej stropnicy w otwór drugiej i zabezpieczeniu zasuwką stropnica jest dołączona i tworzy jakby rodzaj ogniwa dołączonego do łańcucha. Stojaki podpierają stropnicę w miejscu wzmocnionym płytkami 4. Dla usztywnienia wystającej wysięgnikowo części stropnicy stosuje się trzewik 5 nasuwany na klin nastawny 6.

Próbowano również stosować *stropnice linowe*, które podpira się stojakami.



Rys. 242 (z lewej). Obudowa ściany przesuwными tarczami

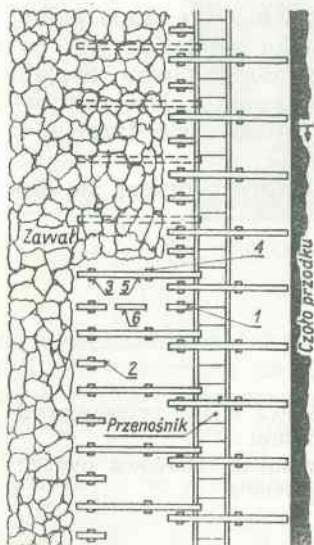
Rys. 243 (z prawej). Przesuwna obudowa hydrauliczna ściany



Obudowa ścian stropnicami i stojakami trwa długo i nie nadaje się za szybko posuwającymi się maszynami zespołowymi. Z tego powodu coraz częściej do przodków ścianowych wprowadza się *obudowę przesuwaną mechanicznie*. Jedną z tego rodzaju obudów jest obudowa tarczowa (rysunek 242), składająca się z oddzielnych tarcz osłonowych 1, 2, 3 dosuwanych do czoła przodku za pomocą cylindrów hydraulicznych 4 lub też gąsienic.

Inne rozwiązanie ma obudowa pokazana na rys. 243. Zestaw obudowy przesuwnej składa się tu z dwóch stojaków hydraulicznych 1 i 2 podtrzymujących krótkie stropnice. Podstawy stojaków są połączone tłoczyskiem poziomym 3, którego tłoki są poruszane olejem. Cały komplet (50 zestawów) obudowy jest napędzany za pomocą jednej pompy ustawionej w chodniku i czterech węży doprowadzających olej. Przesuwanie obudowy przebiega następująco: najpierw tłoczyskiem 3 dosuwa się tylne stojaki 1 o 250 mm do przednich 2, po czym się je rozpiera. Następnie luzuje się stojaki przednie 2 i tłoczyskiem 3 przesuwają się je w przód. Równocześnie z obudową przesuwają się również pancerny przenośnik zgrzeblowy.

Prace nad obudową przesuwaną mechanicznie są dopiero w stadium początkowym. Niewątpliwie w najbliższych latach zagadnienie to trzeba będzie rozwiązać, aby nie hamować pracy maszyn zespołowych i związanego z tym wydobywania węgla ze ścian.



Rys. 244. Schemat rabowania w ścianie obudowy i zawału skał stropowych

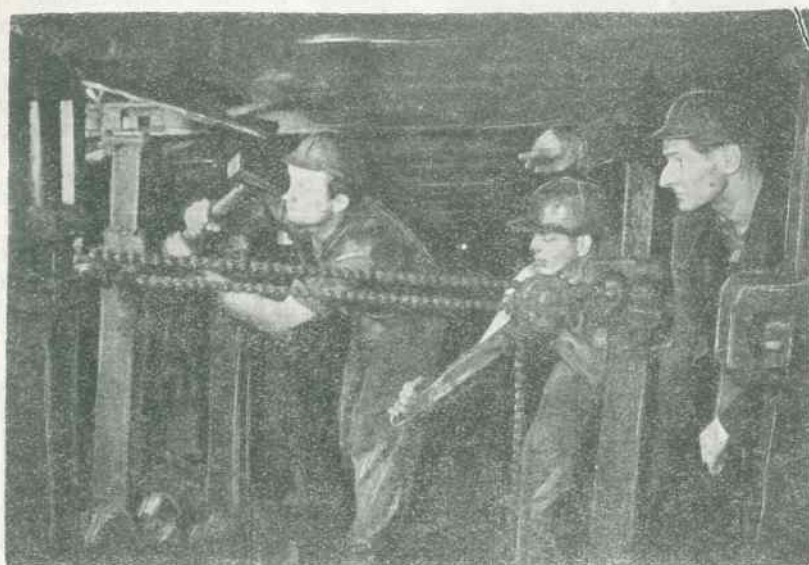
e. Likwidowanie zrobów

Pozostające po wybraniu kopaliny użytecznej ze złoża puste przestrzenie, czyli zrobry, muszą być likwidowane, gdyż w przeciwnym razie nacisk górotworu będzie stale wzrastał (patrz rys. 232) i dalsze utrzymanie wyrobiska stanie się niemożliwe.

Gdy grubość pokładu jest nieduża (do 2,5 m), a w stropie zalegają skały dostatecznie kruche (np. łupek), wtedy obudowę wyjmuję się wprost, czyli — jak to mówią górnicy — *obudowę rabuje się* i zawała się skały stropowe. W tym celu wzdłuż ściany na przewidzianej linii zawału ustawia się dodatkowe stojaki-lamace 1 (rys. 244) lub niekiedy stosy rozbieralne. Następnie wyjmuję się stojaki-lamace 2 od strony zawału, potem kolejno stojaki 3 i 4 obudowy, usuwa się stropnicę 5 i w końcu rabuje się krzyż bezpieczeństwa 6. Stojaki drewniane wrywa się zębatką rabunkową i łańcuchami. Przy rabowaniu stojaków stalowych wpierw luzuje się ich zamki, a następnie wyciąga sięciągarką lub kołowrotem rabunkowym do obudowanego pola (rys. 245).

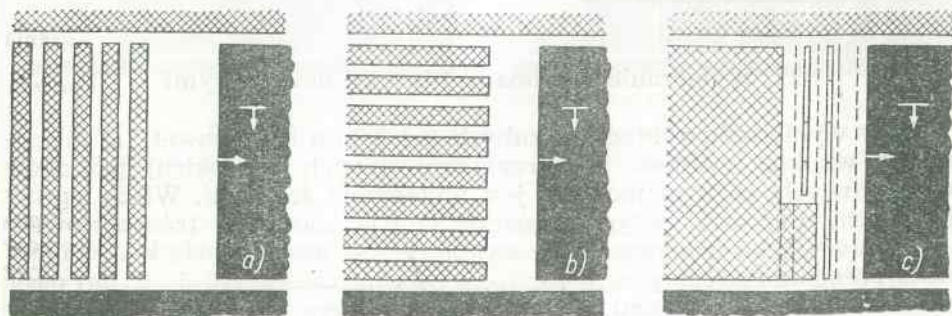
Gdy skały stropowe nie są dostatecznie kruche i nie zawałają się małymi partiami, jak np. w przypadku mocnych piaskowców, wtedy wybrane przestrzenie wypełnia się skałą płoną, czyli podsadza *podsadzką suchą*. Przy wybieraniu cienkich pokładów systemem ścianowym stosuje się przeważnie *podsadzkę częściową* w postaci pasów równoległych (ry-

sunek 246 a) lub prostopadłych (rys. 246 b) do czoła przodku. Kamień potrzebny do podsadzki otrzymuje się albo z przybierki stropu między pasami podsadzki (przy pasach prostopadłych), albo też dostarcza się go chodnikiem nadścianowym z zewnątrz pola (przy pasach równoległych). Dostarczanie kamienia jest również konieczne przy suchej podsadzce



Rys. 245. Rabowanie obudowy

pełnej (rys. 246 c). Podsadzanie zrobów odbywa się ręcznie (np. układanie pasów) lub też maszynowo za pomocą miotarek lub dmucharek (rysunek 247), które rzucają materiał podsadzkowy do zrobów za pomocą powietrza sprężonego.



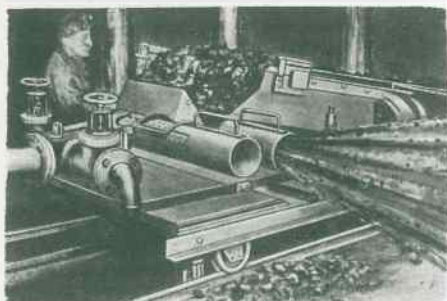
Rys. 246. Różne sposoby podsadzania zrobów podsadzką suchą

a — częściową, pasy równoległe do czoła przodku, b — częściową, pasy prostopadłe do czoła przodku, c — pełną

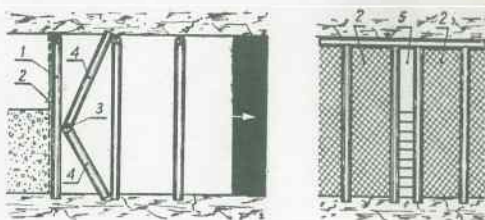
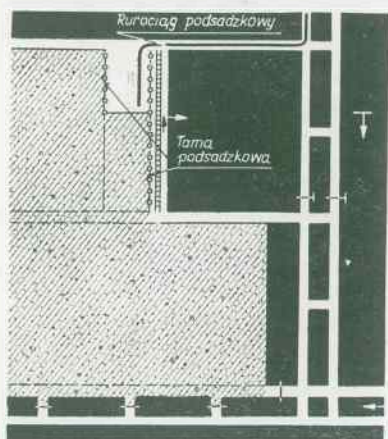
Przy wybieraniu ścianami pokładów grubszych (do 4 m) stosuje się podsadzkę płynną, tj. piasek transportowany z powierzchni rurami za pomocą wody. W tym celu dowieziony do leja podsadzkowego piasek splukuje się silnym strumieniem wody z monitorów (patrz rys. 184) do rurociągów w szybie. Z nich doprowadza się podsadzkę rurociągiem

podszkawkym przez chodnik nadścianowy (rys. 248) do miejsca podszadzania.

Przestrzeń przeznaczoną do podszadzania odgradza się od przodku ściannowego *tamami podszawkowymi* (rys. 249) wykonanymi z szeregu stojaków 1, które są obite deskami lub płótnem 2 oraz wzmocnione ryglami 3 i zastrzałami 4. Wodę odprowadza się albo przez pozostawione w tamie okno 5, albo rurami drewnianymi zbitymi z desek. Piasek osadza się w przestrzeni otamowanej, woda zaś odpływa przez okno lub rury do chodnika podścianowego. Stąd woda dostaje się do osadników, gdzie pozostają wszelkie zanieczyszczenia, a następnie ściekami do chodników wodnych i pomp.



Rys. 247. Dmuchaarka podszadzki suchej



Rys. 248 (z lewej). Schemat podszadzania zrobów podszawką płynną

Rys. 249 (z prawej). Tama podszawkowa

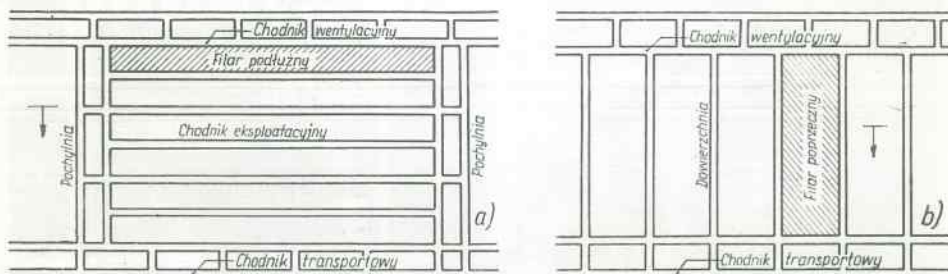
17. Wybieranie systemami filarowo-ubierkowymi

Przy wybieraniu pokładów grubych (od 3,0 do 6,0 i nawet 7,0 m) powstają wielkie trudności w utrzymaniu długich (szerokich) przodków wybierkowych, czyli niemożliwe jest wybieranie ścianami. Wtedy oprócz głównych wyrobisk przygotowawczych (tj. chodnika transportowego i wentylacyjnego oraz pochylni) wykonuje się jeszcze *dotatkowe wyrobiska przygotowawcze* w celu rozcięcia pola na wąskie (10 do 30 m) pasy, które nazywa się *filarami*. *Filary podłużne* (rys. 250 a) otrzymuje się przez przeprowadzenie w polu *chodników wybierkowych*, *filary poprzeczne* (rys. 250 b) przez połączenie chodnika transportowego z wentylacyjnym za pomocą *dowierzchni*. Wybieranie poszczególnych filarów można prowadzić *ubierkami* lub też *zabierkami*.

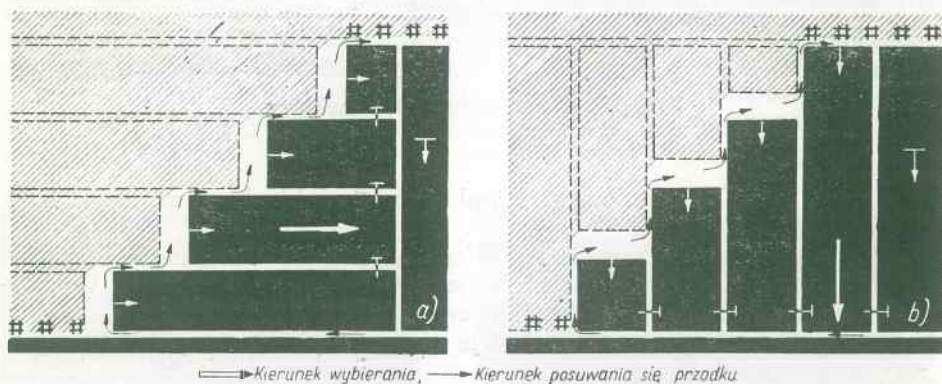
Wybieranie systemami filarowo-ubierkowymi jest takie samo jak wybieranie ścianami, różni się tylko mniejszą (10 do 30 m) długością czoła przodków. Stosuje się je przede wszystkim w eksploatacji pokładów większej grubości (3 do 4 m) z zawalem, kiedy zastosowanie systemu ściannowego jest niemożliwe lub niebezpieczne. Znacznie rzadziej system ten

stosuje się z podsadzką suchą lub płynną. Może być również stosowany w pokładach cienkich lub średnich, gdy strop jest mocny i zagraża określonymi zawalami na większej powierzchni, co dla utrzymania ściany jest bardzo niebezpieczne.

Zależnie od usytuowania przodka ubierkowego względem rozciągłości i nachylenia rozróżnia się: *system filarowo-ubierkowy podłużny* (rysunek 251 a), w którym kierunek posuwania się przodków jest zgodny z kierunkiem rozciągłości pokładu, oraz *system filarowo-ubierkowy poprzeczny* (rys. 251 b), w którym przodki posuwają się prostopadłe do rozciągłości (a więc po upadzie lub wzniosie).



Rys. 250. Rozcięcie pól eksploatacyjnych na filary
a — podłużne, b — poprzeczne



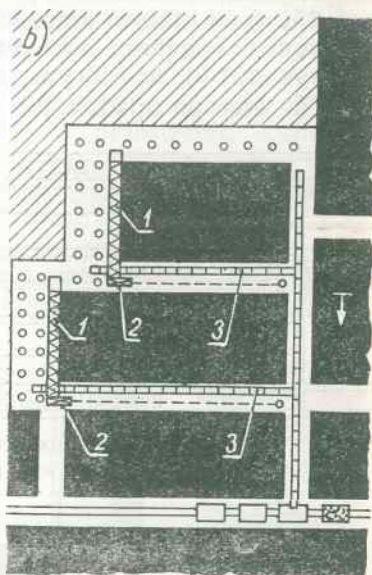
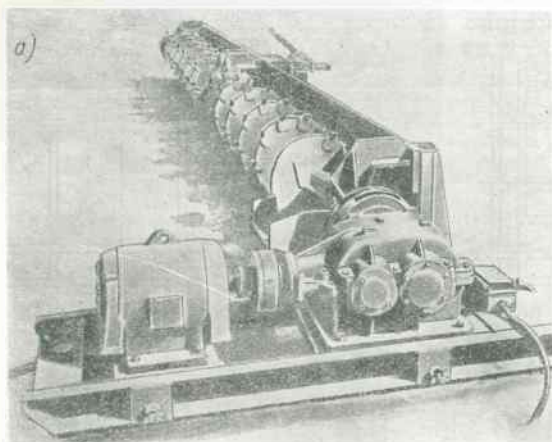
Rys. 251. Filarowo-ubierkowy system wybierania
a — podłużny, b — poprzeczny

Urabianie przy systemie filarowo-ubierkowym, ze względu na krótkie przodki, prowadzi się przede wszystkim za pomocą materiałów wybuchowych bez wykonywania wrębów. W węglach miękkich próbuje się obecnie stosować maszyny zespolowe, jak np. frezoprzeźnośniki ślimakowe (rys. 252). Głowica tych kombajnów wykonana jest ze ślimaka 1 długości 10 do 15 m, którego zwoje zaopatrzone w ostrza urabiające. Ślimak jest uruchamiany napędem ustawionym na saniach 2, które są przesuwane po spagu lub pancernym przeźnośniku zgrzeblowym 3 ułożonym w chodniku filarowym. Łatę przystropową pozostającą nad głowicą kombajnu zbija się młotkami mechanicznymi.

Ładowanie urobku wykonuje się najczęściej ręcznie łopatami lub strzelaniem na pancerne przeźnośniki zgrzeblowe. W Polsce próbuje się stosować do ładowania w ubierkach przeźnośnik ładujący ROK (patrz rys. 257).

W przodkach ubierkowych stosuje się obudowę drewnianą lub też stalową; zakłada się ją bądź prostopadle, bądź też równoległe do czoła przodku.

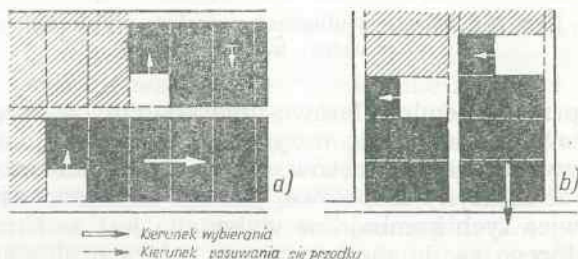
Likwidację wyrobisk, jak wspomniano, prowadzi się tu najczęściej z zawałem, przy czym dzięki ustępliwemu wybieraniu poszczególnych filarów bezpieczeństwo pracy jest większe. Nawet przy nagłym zawale stropu przodki ubierkowe są chronione przez calizny sąsiednich filarów.



Rys. 252. Frezoprzeñośnik ślimakowy
a — widok, b — schemat zastosowania w przodkach ubierkowych

18. Wybieranie systemami filarowo-zabierkowymi

Pole rozcięte chodnikami lub dowerzchniami na filary może być również wybierane wąskimi (najczęściej sześciometrowymi) pasami. Wyrobiska tego rodzaju nazywa się *zabierkami*, a system wybierania — *filarowo-zabierkowym*. System ten stosuje się do wybierania pokładów gru-

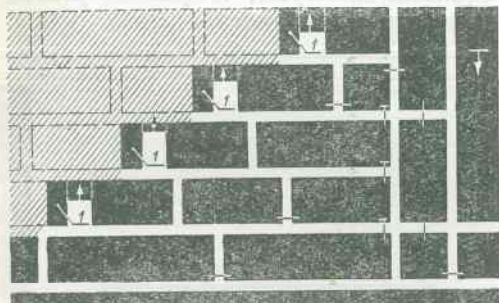


Rys. 253. Filarowo-zabierkowy system wybierania
a — podłużny, b — poprzeczny

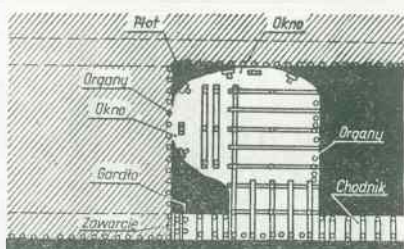
bych, zwłaszcza gdy w stropie zalegają skały słabe, kruche lub silnie spękanne, kiedy odsłonięcie stropu na większej powierzchni jest niemożliwe.

Zależnie od usytuowania przodku zabierkowego względem rozciągłości i nachylenia rozróżnia się dwa systemy. System *filarowo-zabierkowy*

podłużny (rys. 253 a), w którym kierunek posuwania się frontu robót jest zgodny z kierunkiem rozciągłości pokładu, ale kierunek posuwania się czoła przodku prostopadły do rozciągłości (a więc po upadzie lub wzniesie). System filarowo-zabierkowy poprzeczny (rys. 253 b), w którym kierunek posuwania się frontu robót jest prostopadły do rozciągłości pokładu, a kierunek posuwania się czoła przodku zgodny z kierunkiem rozciągłości. W odróżnieniu zatem od systemów ubierkowych kierunek posuwania się przodku jest w systemach zabierkowych zawsze prostopadły do kierunku wybierania pola.

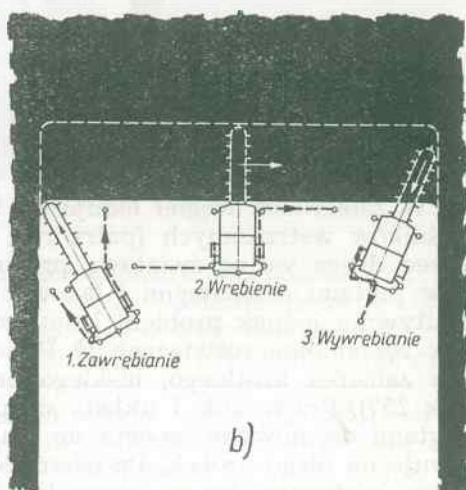


Rys. 254. Filarowo-zabierkowy system wybierania z nogą



Rys. 255. Wybieranie zabierką

Tylko w rzadkich przypadkach zabierkę wybiera się bezpośrednio obok zawałonych lub podsadzonych zrobów, jak to pokazano na rys. 253. Znacznie częściej od strony zrobów pozostawia się wąski pas (około 3 m)



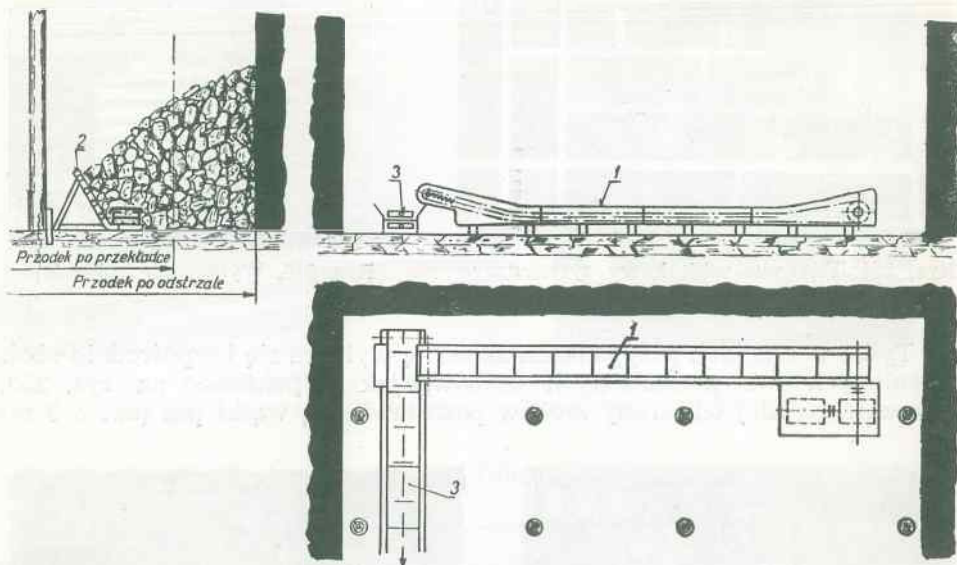
Rys. 256. Wrębiarka zabierkowa

a — widok maszyny w przodku. b — schemat pracy wrębiarki w zabierce

calizny węglowej, zwany nogą 1 (rys. 254). Po wybraniu węgla z zabierki przebija się najczęściej okno (rys. 255) do wyżej leżących zrobów i ewentualnie pozostawia się cienki plot węglowy. Następnie przystępuje się do

wybierania węgla pozostawionego w nodze, tak aby możliwie równieź oknem przebić się do sąsiednich zrobów. Nie wybrana część węgla, którą nazywa się *gardłem*, pozostaje zazwyczaj tuż przy chodniku dolnym. W ten sposób straty węgla pozostawionego w nodze i płocie są dosyć poważne i przy grubych pokładach wynoszą 25, a nawet do 40%. Z tego powodu systemy filarowo-zabierkowe powinno się stosować tylko w razie konieczności.

Przy systemie filarowo-zabierkowym węgiel urabia się głównie za pomocą materiałów wybuchowych, przy czym w pokładach cieńszych stosuje się wrębiecie. Do wrębiecia w zabierkach służą tzw. *wrębiarki zabierkowe* (rys. 256 a) charakteryzujące się sztywnym przytwierdzeniem wrębika do kadłuba oraz dwoma bębniami linowymi. Wrębiarkę przesuwa się wzdłuż przodku zabierki za pomocą dwóch lin (rys. 256 b).



Rys. 257. Schemat budowy i działania przenośnika ładującego ROK

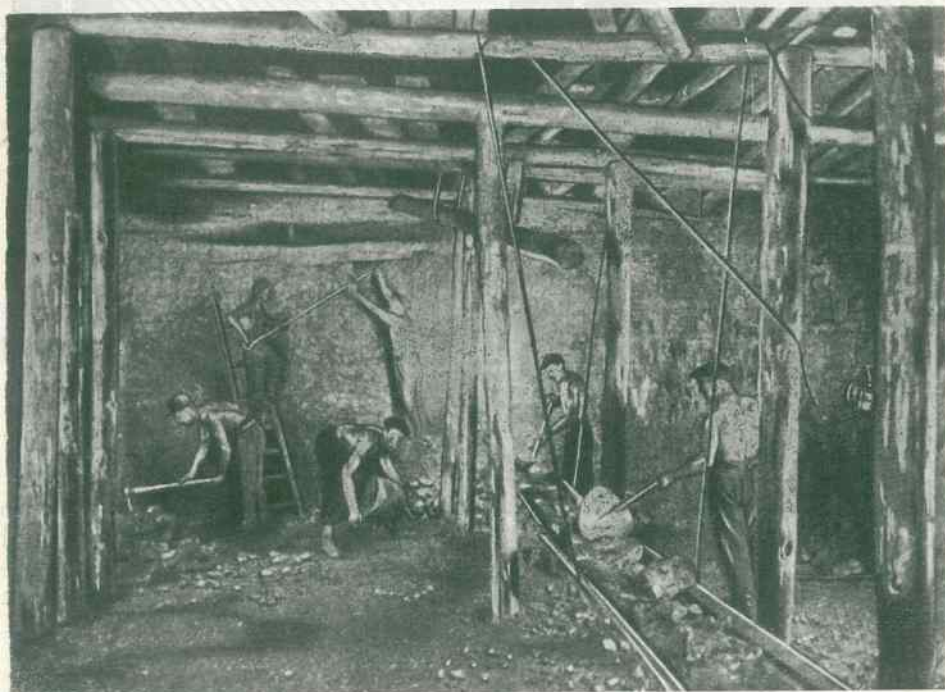
W zabierkach węgiel ładuje się najczęściej ręcznie łopatami do przenośników wstrząsanych (patrz rys. 258) lub zgrzeblowych. Jednak już przed drugą wojną światową próbowano przenośniki wstrząsane nakrywać płytami osłonowymi i ładować na nie urobek przez strzelanie. Definitywnie jednak problem ładowania strzelaniem na pancerny przenośnik zgrzeblowy rozwiązano w Polsce dopiero po zbudowaniu specjalnie dla zabierek krótkiego, niskiego przenośnika ładującego ROK ¹⁾ (rysunek 257). Przenośnik 1 układa się przy czole przodku zabierki, nakrywa płytami osłonowymi, stawia się stalową zastawkę rusztową 2 i odstrzeliwuje na niego urobek. Po odstrzeleniu zdejmują się kolejno płyty osłonowe, rozpoczynając od strony lekkiego przenośnika zgrzeblowego 3 ułożonego przy jednym z ociosów zabierki. Zgrzebla przenośnika ROK zabierają zsuwający się na nie urobek i przerzucają go na lekki przenośnik zgrzeblowy, którym transportuje się go do chodnika.

¹⁾ Przenośnik ROK zaprojektowali i zbudowali w 1950 r. W. Regulski, T. Opol-ski i Z. Korecki.

W zabierkach można też użyć ładowarek chodnikowych (zgrzebłowych, łapowych itp.), jeśli obudowa pozwala na manewrowanie nimi w przodku.

Zabierki (rys. 258) obudowuje się najczęściej drewnem, przy czym stropnice zakłada się równoległe do czoła przodku i podpira trzema lub czterema stojakami. Nad stropnicami daje się okładziny z okorków. Przy wybieraniu nogi (patrz rys. 255) obudowę zakłada się prostopadłe do poprzedniej.

Po wybraniu węgla z zabierki ustawia się w niej wzdłuż calizny organy (stojaki w odstępach 0,3 do 0,5 m), wzmacnia się obudowę chodnika przy następnej zabierce, po czym przystępuje się do rabowania obu-



Rys. 258. Obudowa zabierki odrzwiami drewnianymi

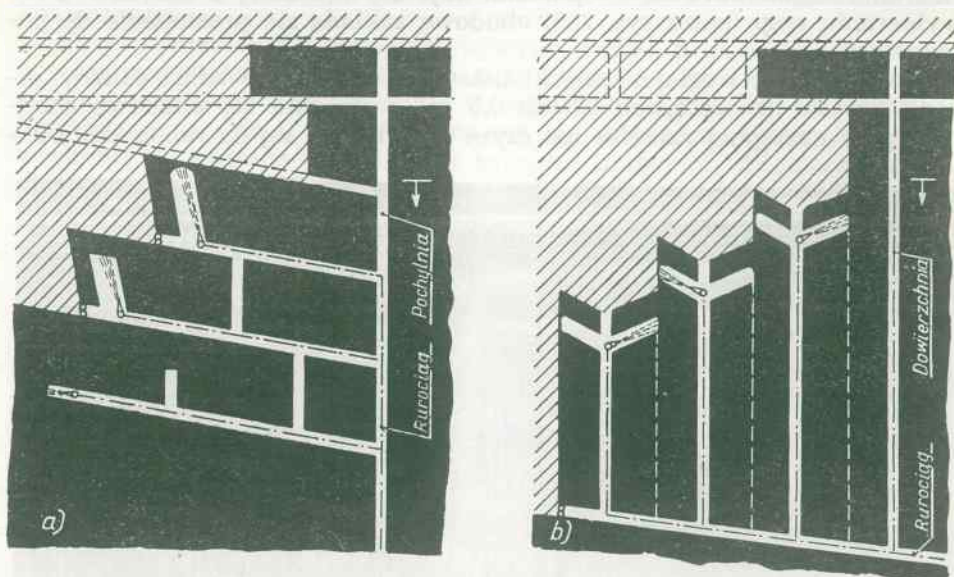
dowy i zawalenia stropu. Znacznie rzadziej stosuje się podsadzanie wybranych zabierek. Trzeba pamiętać, że wtedy zabierki dolnego filaru muszą wyprzedzać zabierki filarów wyższych, a więc kolejność ich wybierania jest odwrotna aniżeli przy wybieraniu z zawałem (patrz rysunek 254).

W ostatnich latach przy wybieraniu węgla systemami filarowo-zabierkowymi zaczyna się stosować urabianie hydrauliczne. W tym celu pole długości 150 do 180 m rozcina się chodnikami (rys. 259 a) lub dowierzchniami (rys. 259 b) na 10- do 16-metrowe filary. W każdym chodniku lub dowierzchni ustawia się monitor, do którego doprowadza się rurociągami wodę pod ciśnieniem 40 do 60 at.¹⁾ Wybieranie węgla odbywa się zabierkami długości 6 do 8 m i szerokości 5 do 6 m, jednostron-

¹⁾ Istnieją tendencje do podwyższenia ciśnienia do 300 at.

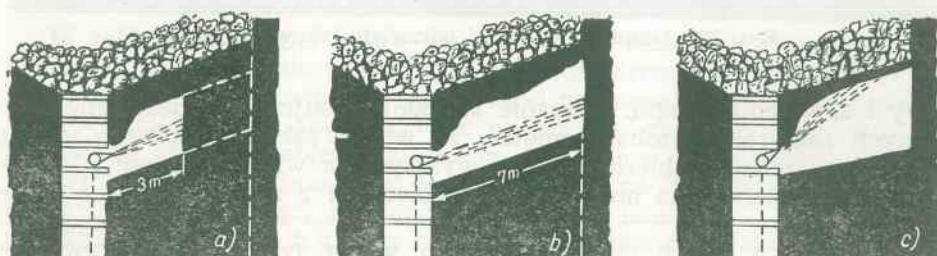
nie (rys. 259 a) lub dwustronnie (rys. 259 b) z pozostawieniem od strony zrobów trzymetrowej nogi. Przedki w poszczególnych dowerzchniach są ułożone schodowo (ustępliwie) z wyprzedzeniem 15 do 20 m.

Najkorzystniej urabia się węgiel strumieniem wody wypływającym z monitora wtedy, kiedy kierunek łupności jest zgodny z kierunkiem



Rys. 259. Urabianie hydrauliczne w zabierkach
a — z chodników, b — z dowerzchni

posuwania się czoła zabierki. Wtedy bowiem uderzenie wody nie tylko odrywa urobek z powierzchni calizny, lecz również rozluźwia węgiel wewnątrz calizny i otwiera szczeliny ułatwiające dalsze urabianie. W węglach o słabo rozwiniętej łupności przed urabianiem hydraulicznym wierci się otwory strzałowe i wykonuje strzelanie rozluźniające caliznę.



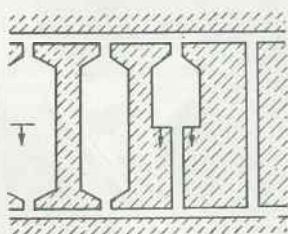
Rys. 260. Kolejność wybierania zabierki przy urabianiu hydraulicznym

W tym celu wierci się otwory długości 3 m, a potem strzela i urabia monitorem (rys. 260 a), następnie wierci się drugą serią otworów długości 3 do 4 m, strzela i urabia monitorem do końca zabierki (rys. 260 b), w końcu urabia się węgiel pozostawiony w nodze (rys. 260 c) i ewentualnie w łacie przystropowej. Spłukiwany urobek jest transportowany wodą.

19. Wybieranie systemami komorowymi

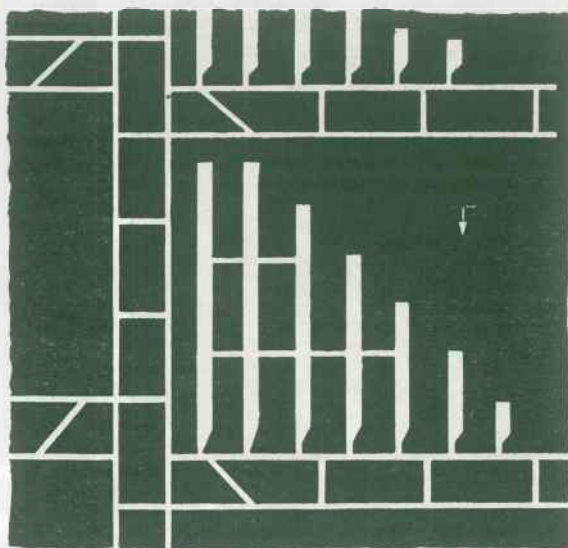
Komorami nazywa się w górnictwie wyrobiska o stosunkowo dużych wymiarach. Wybieranie systemami komorowymi jest możliwe wtedy, gdy kopalina użyteczna zalega pośród skał mocnych. Systemy te są powszechnie stosowane w kopalniach soli, gdzie wybiera się szerokie komory, pozostawiając pomiędzy nimi filary oporowe (rys. 261).

System komorowy lub komorowo-filarowy w odmianie podłużnej jest bardzo rozpowszechniony w kopalniach węgla w USA przy wybieraniu pokładów prawie poziomych grubości 1,0 do 2,5 m zalegających pod mocnym stropem. Z podwójnej pochylni głównej (rys. 262) drąży się co 150 do 200 m podwójne chodniki rozdzielcze. Z chodników tych wykonuje się wcinki, które następnie rozszerza się do szerokości komory 6 do 25 m. Pomiedzy poszczególnymi komorami pozostawia się filary szerokości 4 do 5 m. Filary te wybiera się zwykle po wybraniu komory cofając się



Rys. 261 (z lewej). System komorowy w kopalniach soli

Rys. 262 (z prawej). System komorowy podłużny w kopalniach węgla



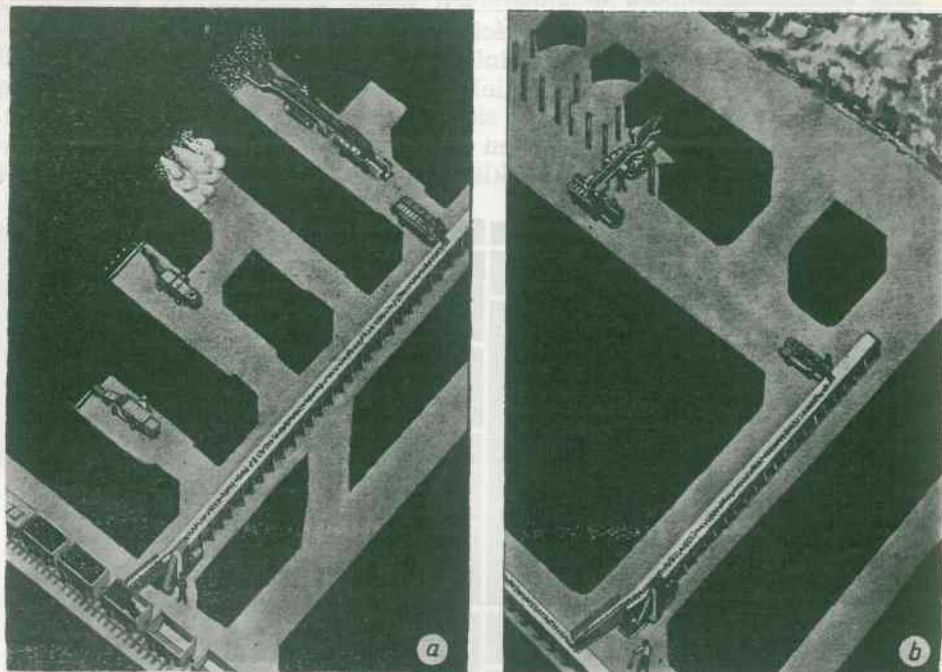
w kierunku do chodnika transportowego (patrz rys. 263 b). W każdym polu wybiera się równocześnie kilka komór obok siebie. W celu ułatwienia przewietrzania i skrócenia dróg dla maszyn poszczególne komory łączy się co pewną odległość przecinkami wydrążonymi w filarach.

Dużą zaletą systemów komorowych w porównaniu z filarowo-zabierkowymi jest znacznie mniejsza ilość robót przygotowawczych. Ponadto szerokie komory przy dostatecznie wytrzymałym stropie nie wymagają często natychmiastowego obudowania. W związku z tym istnieją dogodne warunki dla jak najszybszego zmechanizowania urabiania calizny, ładowania i transportowania urobku w przodkach.

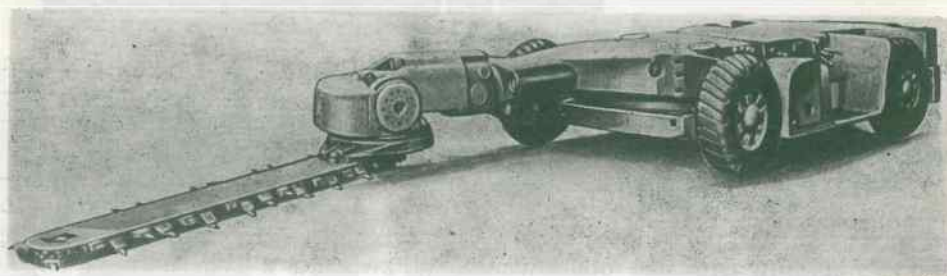
Urabianie węgla prowadzi się bądź przy użyciu materiałów wybuchowych (rys. 263 a), bądź przy użyciu kombajnów (rys. 263 b).

Przy urabianiu materiałami wybuchowymi najczęściej pracuje się tzw. sekcjami zmechanizowanymi, tj. zespołami 7 do 8 ludzi obsługującymi wszystkie maszyny. Do sekcji należy 4 do 5 komór, przy czym w każdej komorze wykonuje się oddzielne operacje, które kolejno się zmieniają. Na przykład w komorze pierwszej (rys. 263 a) wykonuje się wrębie-

nie, w komorze drugiej — wiercenie otworów strzałowych, w komorze trzeciej — strzelanie i w końcu w komorze czwartej — mechaniczne ładowanie urobku. Po równoczesnym wykonaniu tych operacji w poszczególnych komorach maszyny się zmieniają. Wrębiarka z komory pierwszej przejeżdża do czwartej, wiertarka — z drugiej do pierwszej, strzałowi przechodzą do komory drugiej, ładowarka zaś z komory czwartej przejeżdża do trzeciej. Po wykonaniu prac następuje kolejne przesunięcie operacji itd.



Rys. 263. Wybieranie węgla systemem komorowym przy użyciu
a — materiałów wybuchowych, b — kombajnów

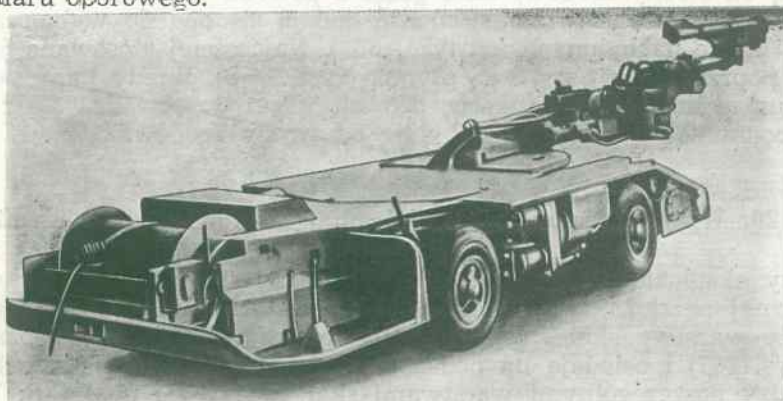


Rys. 264. Wrębiarka uniwersalna na podwoziu oponowym

Aby przy takiej organizacji robót wszystkie operacje były wykonywane w poszczególnych komorach równocześnie, maszyny muszą być szybko przetransportowane z jednej komory do drugiej. Z tego względu konieczne jest tu użycie wrębiarek, wozów wiertniczych i ładowarek na podwoziach oponowych lub też gąsienicowych.

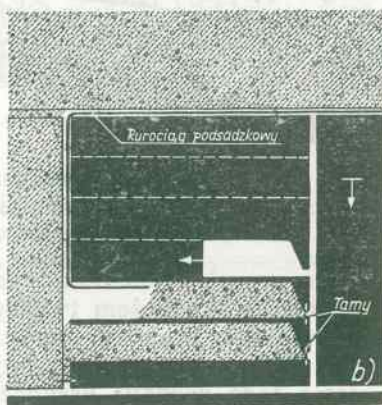
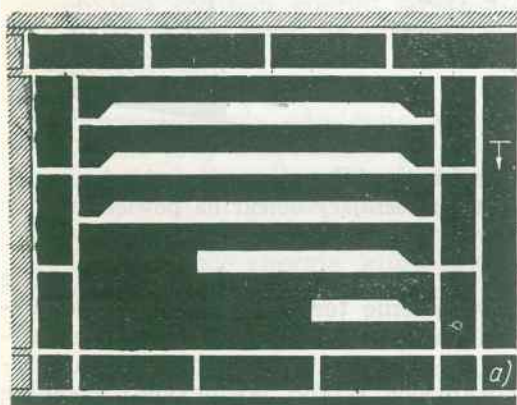
Wrębiarka na podwoziu oponowym (rys. 264) ma wrębnik do wrębiecia opuszczony tuż nad spąg, do transportowania obraca się głowicę

o 180° i wrębnik odchyła się nad maszynę. Wozy wiertnicze do wiercenia obrotowego (rys. 265) mają najczęściej jeden lub też dwa wysięgniki z wiertarkami. Do ładowania urobku używa się opisanych już ładowarek zgrzeblowych (patrz rys. 157) lub też łapowych (patrz rys. 159). Po wybraniu komory przystępuje się w powrotnej drodze do wybierania węgla z filaru oporowego.



Rys. 265. Wóz wiertniczy na podwoziu oponowym

Przy urabianiu kombajnami prace są bardziej uproszczone, gdyż w komorze jedna i ta sama maszyna urabia caliznę i ładuje urobek. Można tu użyć różnych kombajnów chodnikowych, jak np. frezujących łańcuchowych lub bębnowych. Po wybraniu komory kombajn cofając się wybiera pozostałe calizny filaru, jak to pokazano na rys. 263 b.



Rys. 266. System komorowy poprzeczny
a — z zawalem, b — z podsadzką płynną

Warto zauważyć, że tak przy urabianiu materiałami wybuchowymi, jak i kombajnami stosuje się do transportu wozy oponowe. Są to elektryczne samochody (rys. 380), przewożące urobek spod ładowarki lub kombajnu do przenośnika taśmowego ułożonego w chodniku rozdzielczym.

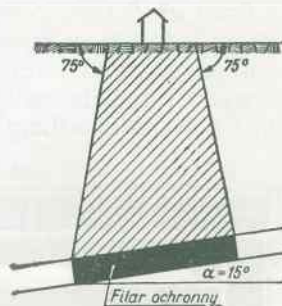
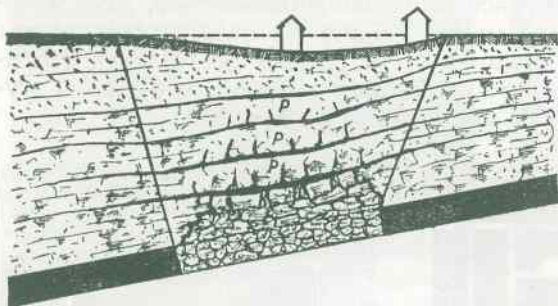
Systemy komorowe w odmianie poprzecznej stosowano już od dawna w Zagłębiu Górnośląskim (rys. 266). Komory rozpoczynano z pochylni wąską wcinką rozszerzaną następnie do normalnej szerokości zabierki,

tj. 6 m, rozpoczynając wybieranie pokładu na całą grubość (często do 7 do 8 m). W ten sposób powstawały wąskie i długie (50 do 100 m) komory. Pomiedzy poszczególnymi komorami pozostawiano 10-metrowe filary, które wybierano zabierkami przed wywołaniem zawalu.

Obecnie przy mocnym stropie stosuje się systemy długich komór (z nogą od strony zrobów) tam, gdzie z powodu warunków stropowych nie można zastosować ścian. Ponadto nadają się one do wybierania pokładów silnie nachylonych (powyżej 30°). Najczęściej stosowana jest odmiana poprzeczna z podsadzką płynną (rys. 266 b). Wtedy tamy podsadzkowe ustawia się we wcinkach, podsadzkę zaś doprowadza się rurociągiem podsadzkowym przez pochylnię od strony zrobów.

20. Wpływ eksploatacji podziemnej na powierzchnię ziemi

Przy eksploatacji podziemnej następuje, wskutek wybrania kopaliny użytecznej ze złoża, ruch skał nadległych. Ruch ten spowodowany jest tym, że warstwy skał stropowych uginają się nad wybraną przestrzenią (rys. 267) i osiadają na podsadzce lub odłamkach skał zawalowych. Pomiedzy poszczególnymi warstwami skał tworzą się pustki *P*. W dalszym ciągu pod wpływem ciśnienia skał nadległych podsadzka lub skały zawalowe są zgniatane i uszczelniane. Wskutek tego następuje dalsze wyginanie się, osiadanie i spękanie skał.



Rys. 267 (z lewej). Osiadanie powierzchni wskutek wybrania pokładu

Rys. 268 (z prawej). Filar ochronny zabezpieczający obiekt na powierzchni

Ten powolny ruch skał przenosi się aż na powierzchnię ziemi, gdzie nad wybranym złożem tworzy się wgłębienie terenu noszące nazwę *niecki osiadania*. Budowle znajdujące się na powierzchni w obrębie tej niecki, a zwłaszcza na jej krawędziach, ulegają uszkodzeniom. W celu uniknięcia tego rodzaju *uszkodzeń górniczych* (szkód górniczych) kopalinę użyteczną znajdującą się pod chronionymi obiektami (wartościowe budynki, koleje, rzeki) wybiera się ze złoża przy użyciu szczelnej podsadzki lub przy pozostawieniu nie wybranych pasów bądź też pozostawia się nie wybraną. Ta nie wybrana część kopaliny użytecznej w złożu nosi nazwę *filaru ochronnego* (rys. 268). Wielkość filaru ochronnego zależy od głębokości zalegania, wielkości kąta nachylenia złoża oraz od własności skał stropowych.

Rozdział IX

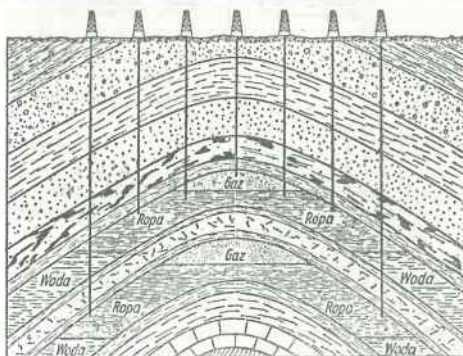
EKSPLOATACJA ROPY NAFTOWEJ I GAZU ZIEMNEGO

(Rozdział ten opracował prof. mgr inż. Jan Czastka)

Ropa naftowa jest ciekłą mieszaniną różnego rodzaju węglowodorów. Wypełnia ona porowate przestrzenie piaskowców lub innych skał osadowych, tworząc złoża ropne (rys. 269). Ropa znajduje się w złożu pod pewnym, niekiedy bardzo wysokim ciśnieniem i zawiera większe albo też mniejsze ilości rozpuszczonego w sobie gazu.

Obok ropy występuje bowiem w złożu ropnym również gaz ziemny, który w większości złóż ropnych jest źródłem energii powodującej dopływ ropy do otworów wiertniczych.

Przy wydobywaniu ropy ze złóż panują zgoła odmienne warunki niż przy eksploatacji górniczej innych kopalin. W okresie wydobywania ropy ze złoża zmieniają się nie tylko granice tego złoża, lecz również własności fizyczne wydobywanej ropy, a przede wszystkim zmienia się energia, która przepycha ropę z por piaskowca roponośnego do otworów wiertniczych.



Rys. 269. Schematyczny przekrój przez złożo ropne

21. Wydobywanie ropy naftowej

Wydobywanie ropy ze złóż odbywa się obecnie prawie wyłącznie za pomocą przygotowanych do eksploatacji otworów wiertniczych, czyli odwiertów, wykonanych z powierzchni ziemi. Bardzo małe natomiast znaczenie mają dotychczas podziemne roboty górnicze.

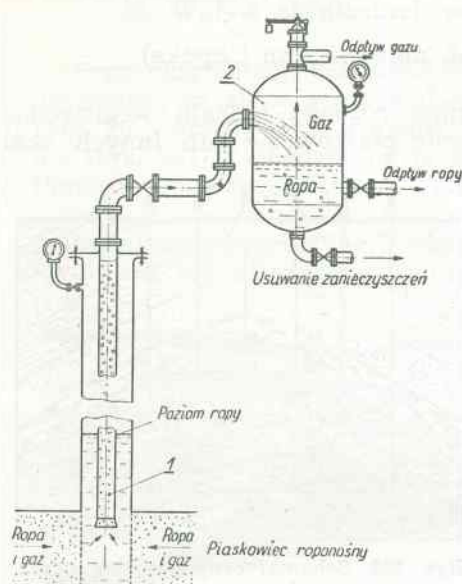
Obecnie wydobywa się ropę z odwiertów niżej wyszczególnionymi sposobami:

1. przez wypływ samoczynny,
2. przez wypływ przy użyciu powietrza sprężonego lub gazu,
3. przez pompowanie,
4. przez łyżkowanie i tłokowanie.

a. Wydobywanie ropy przez samoczynny wypływ

Wypływ samoczynny ropy z odwiertu następuje wówczas, gdy w złożu ropnym panuje wysokie ciśnienie i gdy jest duże nasycenie por piaszkowca ropą i gazem.

Po dowieceniu otworu do złoża ropnego (rys. 270) następuje w tym miejscu obniżenie ciśnienia. Wskutek tego między złożem a odwiertem powstaje różnica ciśnień, dzięki której ropa i gaz przepływają ze złoża do odwiertu. Tutaj ropa miesza się z gazem tworząc zgazowaną mieszaninę o niskim ciężarze właściwym, która wznosi się w rurach 1, osiągając górny wylot i wypływa do odpowiednich zbiorników, zwanych se-



Rys. 270. Schemat urządzeń do samoczynnego wypływu ropy naftowej z odwiertu

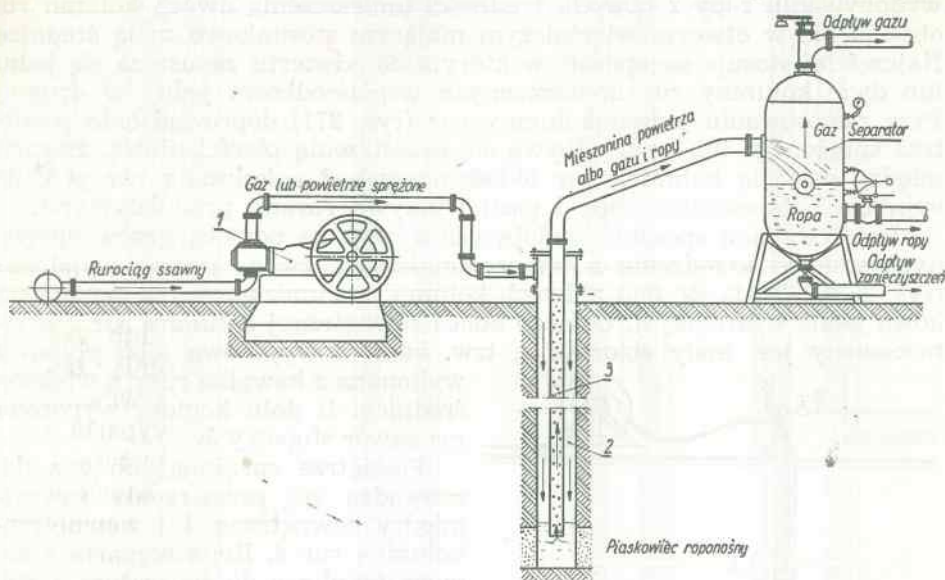
w złożu ropnym panuje odpowiednio wysokie ciśnienie i gdy znajdują się w nim jeszcze znaczne ilości gazu, które są niezbędne do wynoszenia ropy z dna odwiertu na powierzchnię. Z chwilą jednak gdy ilość tego gazu, jak i jego ciśnienie zmniejszą się, samoczynny wypływ ropy staje się coraz słabszy, aż w końcu ustaje zupełnie.

b. Wydobywanie ropy przy użyciu gazu sprężonego

Aby przedłużyć wypływ ropy z odwiertu, trzeba niezbędną do tego ilość gazu dostarczyć z źródła obcego, najczęściej ze sprężarki 1 (rys. 271). Wtedy dalsze wydobywanie ropy z odwiertu będzie się odbywać przy użyciu gazu sprężonego lub często zamiast gazu powietrza sprężonego.

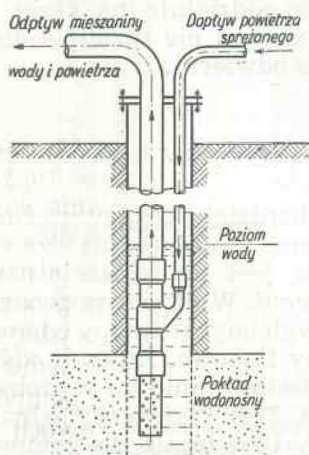
Istnieje wiele różnych odmian urządzeń do wydobywania ropy przy użyciu gazów sprężonych. Najstarszym urządzeniem, które jednak nie

znalazło zastosowania przy wydobywaniu ropy, a natomiast używane jest do wydobywania wody z głębokich studzien, jest pompa *mamut* (rys. 272) składająca się z dwóch kolumn rur, które umieszcza się obok siebie w otworze. Jedna kolumna rur o większej średnicy służy do wypływu

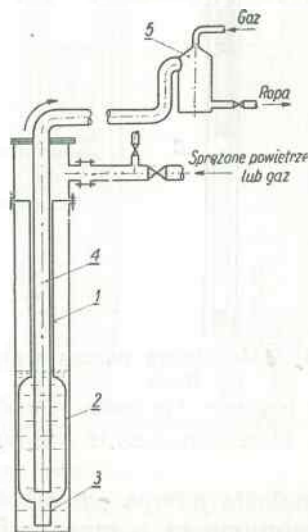


Rys. 271. Schemt urządzeń do wydobywania ropy naftowej za pomocą gazu lub powietrza sprężonego

mieszaniny cieczy i powietrza, druga o mniejszej średnicy służy do doprowadzenia powietrza sprężonego. Obie kolumny rur są połączone u dołu za pomocą komory trójdrożnej, która powinna znajdować się stale poniżej poziomu cieczy w studni czy otworze, aby urządzenie to mogło działać. Przez doprowadzenie powietrza sprężonego w kolumnie wypływowej tworzy się mieszanina cieczy i powietrza,



Rys. 272. Schemat pompy mamut

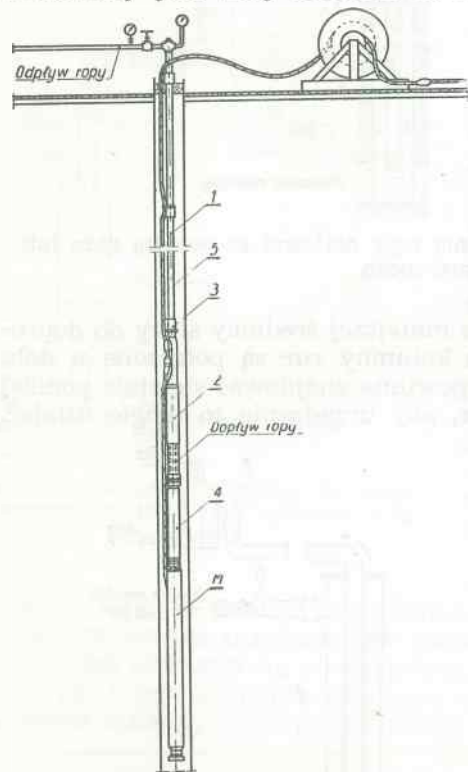


Rys. 273. Schemat pompy wyporowej

która mając mniejszy ciężar właściwy unosi się ku górze aż do osiągnięcia górnego wylotu rur na powierzchni, skąd odpływa do separatora, gdzie następuje oddzielenie powietrza od cieczy.

Pompa mamut pomimo pewnych zalet nie znalazła zastosowania przy wydobywaniu ropy z powodu trudności umieszczenia dwóch kolumn rur obok siebie w otworze wiertniczym mającym stosunkowo małą średnicę. Najczęściej stosuje się sposób, w którym do odwiertu zapuszcza się jedną lub dwie kolumny rur umieszczonych współśrodkowo jedna w drugiej. Przy zastosowaniu jednej kolumny rur (rys. 271) doprowadzenie powietrza sprężonego lub gazu odbywa się przestrzenią pierścieniową, zawartą między ostatnią kolumną rur okładzinowych 2 a kolumną rur produkcyjnych 3. Mieszanina ropy i gazu wypływa rurami produkcyjnymi.

Inną odmianę sposobu wydobywania ropy za pomocą gazów sprężonych stanowi urządzenie z komorą wyporową, zwane pompą wyporową (rys. 273). Składa się ono z dwóch kolumn rur umieszczonych współśrodkowo jedna w drugiej. U dolnego końca zewnętrznej kolumny rur 1 przymocowany jest mały zbiornik 2, tzw. komora wyporowa albo plynowa, wykonana z kawałka rury o większej średnicy. U dołu komora wyporowa ma zawór stopowy 3.



Rys. 274. Odśrodkowa pompa wglębna Reda

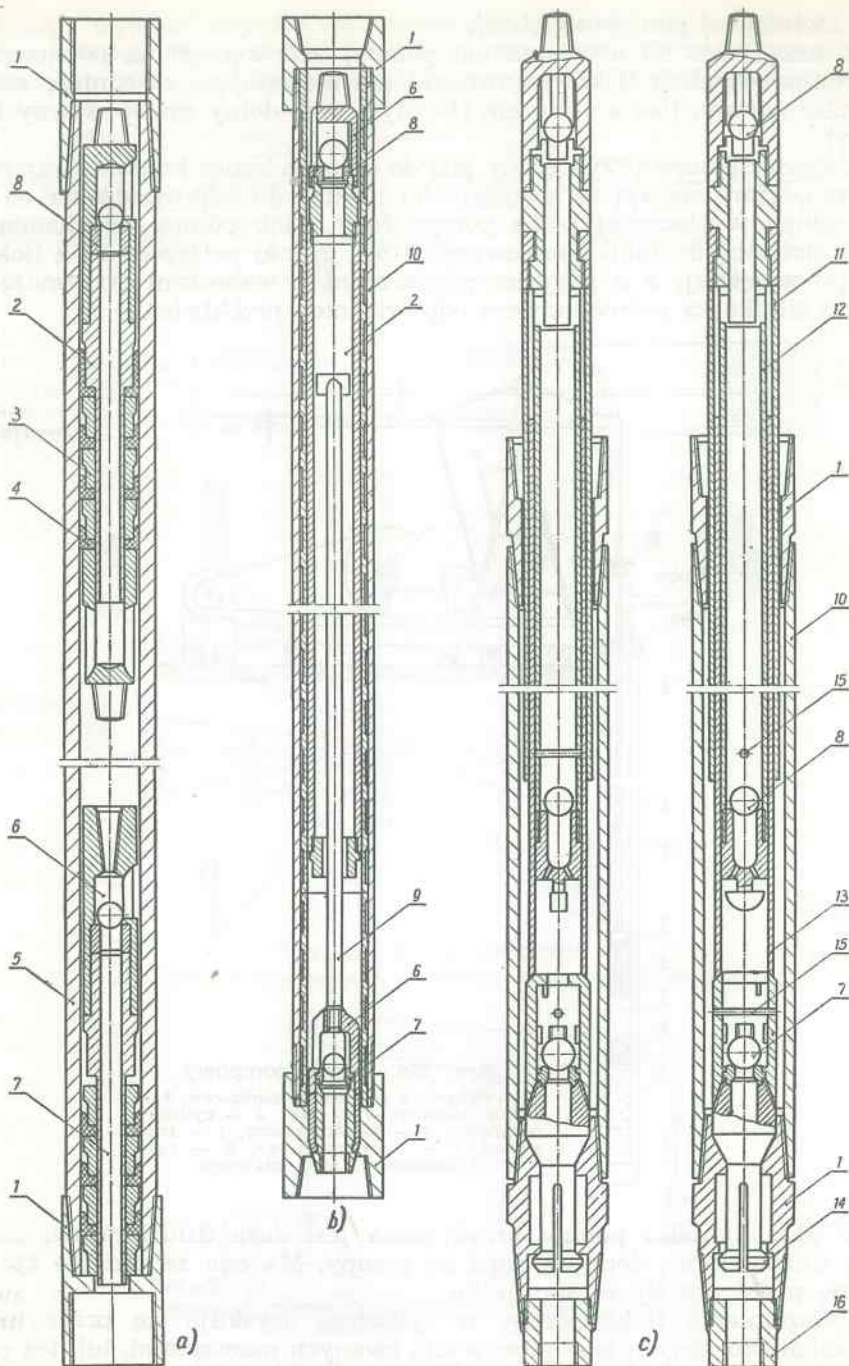
1 — rury pompowe, 2 — pompa odśrodkowa Reda, 3 — zawór rozruchowy, 4 — dławnica, M — silnik elektryczny, 5 — kabel

ropy znalazła pompa odśrodkowa Reda (rys. 274). Najwięcej jednak rozpowszechnione są pompy wglębne tłokowe. Urządzenie do pompowania przy zastosowaniu pomp wglębnych tłokowych składa się z dwóch zasadniczych części, a mianowicie:

Powietrze sprężone lub gaz doprowadza się przestrzenią zawartą między zewnętrzną 1 i wewnętrzną kolumną rur 4. Ropa wyparta z komory wypływa do separatora 5 wewnętrzną kolumną rur. Zawór stopowy otwiera się w chwili napełniania się komory ropą, zamyka zaś w momencie wytłaczania z niej ropy powietrzem sprężonym lub gazem. Działanie pompy jest okresowo przerywane. Zaletą tego urządzenia jest to, że w czasie wytłaczania ropy z komory do wewnętrznej kolumny rur ciśnienie doprowadzonego gazu nie oddziałuje na złożę ropne, a tym samym nie utrudnia dopływu ropy do odwiertu.

c. Pompowanie ropy

Najbardziej rozpowszechnionym sposobem wydobywania ropy z odwiertów jest pompowanie *pompami wglębnymi*. W użyciu są dwa rodzaje pomp wglębnych: pompy odśrodkowe i pompy tłokowe. Z pomp odśrodkowych zastosowanie do wydobywania



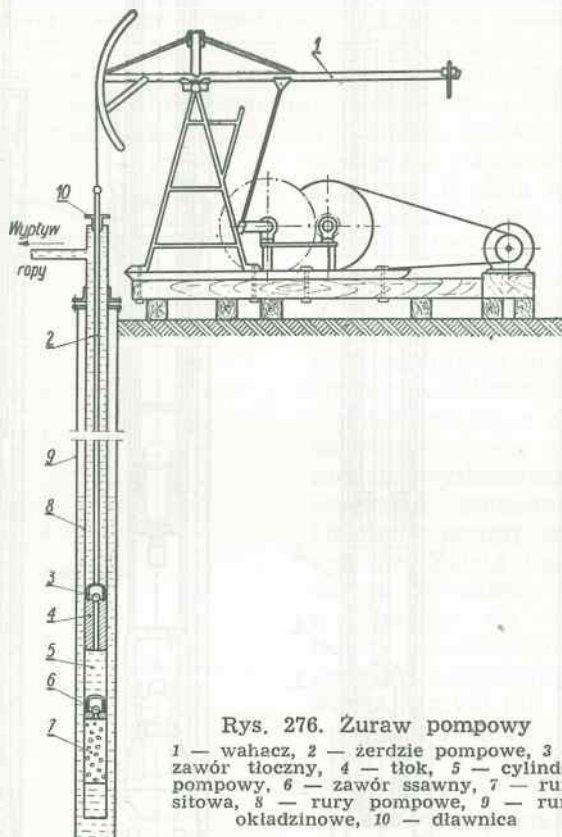
Rys. 275. Pompy wgłębne tłokowe

a — z tłokiem uszczelnionym pierścieniami skórzanymi, b — z tłokiem stalowym, c — z tłokiem uszczelnionym warstwą cieczy; 1 — mufy, 2 — tłok, 3 — pierścienie stalowe, 4 — pierścienie skórzane, 5 — cylinder pompy, 6 — kapliczki, 7 — zawory ssawne, 8 — zawory tłoczne, 8' — zawór tłoczny górny, 8'' — zawór tłoczny dolny, 9 — żerdź przesuwna, 10 — osłona, 11 — zewnętrzna tuleja tłoka, 12 — wewnętrzna tuleja tłoka, 13 — tuleja cylindra, 14 — zamek, 15 — sworznie ograniczające skok kulki, 16 — łącznik

1. właściwej pompy wstępnej,
2. urządzenia do uruchamiania pompy, ustawionego na powierzchni.

Pompa węglowa tłokowa (nurkowa) ma następujące zasadnicze części: cylinder pompy, tłok z zaworem tłocznym oraz dolny zawór ssawny (stopowy).

Cylinder pompy przykręcony jest do dolnego końca kolumny rur pompowych, które sięgają aż do wierzchu i służą do odprowadzenia na powierzchnię wytłaczanej przez pompę ropy. Tłok pompy uruchamia się żerdziami albo drutami pompowymi, które u dołu połączone są z tłokiem pompy wgłębnej, a u góry na powierzchni z wahaczem otrzymującym ruch z silnika za pośrednictwem odpowiednich przekładni.



Rys. 276. Żuraw pompowy

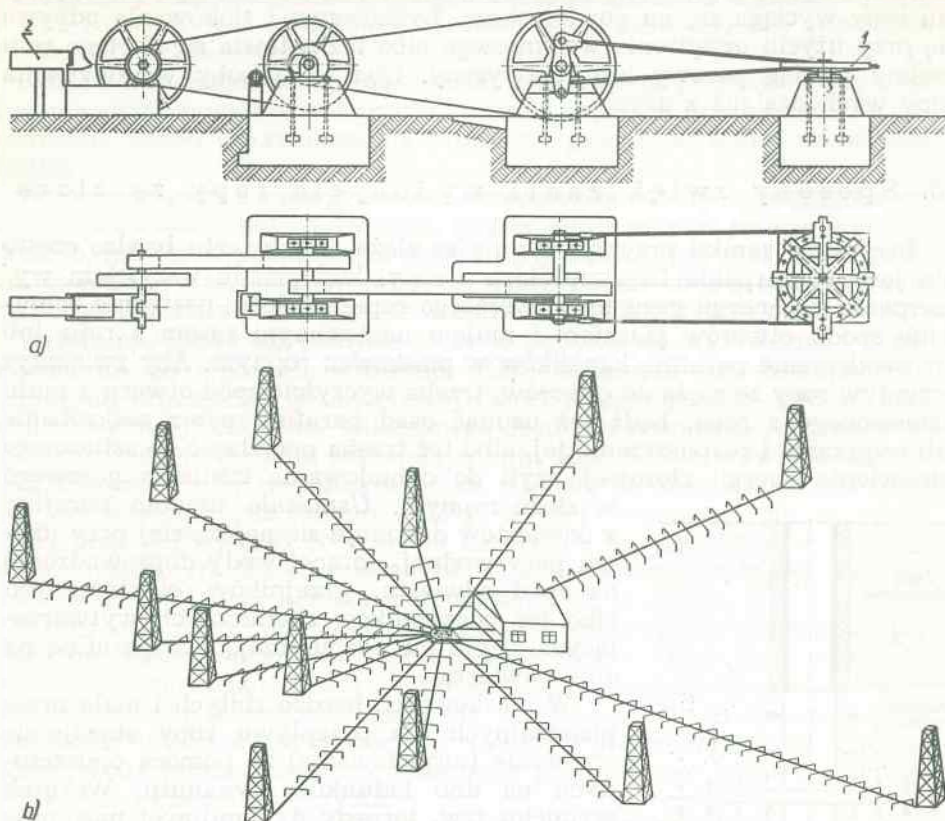
1 — wahacz, 2 — żerdzie pompowe, 3 — zawór tłoczny, 4 — tłok, 5 — cylinder pompowy, 6 — zawór ssawny, 7 — rura sitowa, 8 — rury pompowe, 9 — rury okładzinowe, 10 — diawnica

U dołu cylindra pompy przykręcona jest rura dziurkowana, zwana rurą sitową, którą dopływa ropa do pompy. Ma ona za zadanie chronić pompę przed dostaniem się piasku.

Uszczelnienie tłoka pompy w cylindrze uzyskuje się przez użycie pierścieni skórzanych albo gumowych, zwanych manszetami, lub też przez dokładne dopasowanie stalowego tłoka do wewnętrznej powierzchni cylindra. Na rys. 275 a przedstawiono pompę wgłębną z tłokiem uszczelnionym pierścieniami skórzanymi, a na rys. 275 b pompę z tłokiem stalowym.

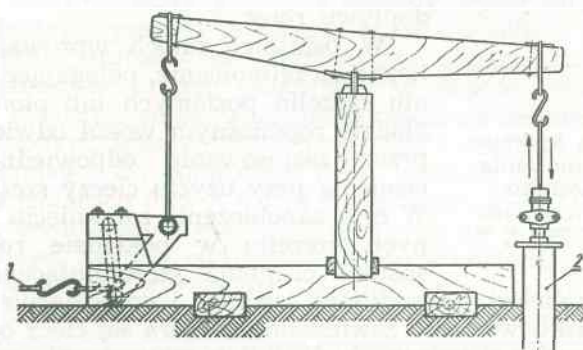
Odmienny rodzaj stanowi pompa z uszczelnieniem plynowym (rysunek 275 c), w której uszczelnienie pomiędzy tulejami tłoka a tuleją cylindra stanowi cieniutka warstewka (0,25 mm) ropy.

Pompy wgłębne napędza się z powierzchni pojedynczo za pomocą tzw. żurawi pompowych (rys. 276) lub też grupowo tzw. kieratem pompowym składającym się z koła kieratowego 1 i przekładni napędzanych silnikiem



Rys. 277. Kierat pompowy

a — schemat urządzenia, b — schemat pompowania grupowego



Rys. 278. Najprostszy kiwak pompowy

1 — lina z koła kieratowego, 2 — rury pompowe

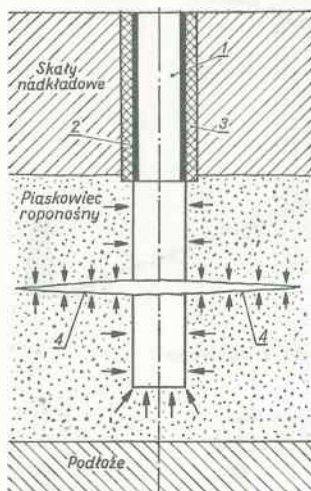
gazowym lub elektrycznym 2 (rys. 277 a). Pompowanie grupowe z kieratu ma tę zaletę, że za pomocą jednego silnika można uruchomić kilkanaście pomp wgłębnych (rys. 277 b). Dzięki temu ten sposób wydobywania ropy

jest bardzo tani. Do przeniesienia ruchu z koła kieratowego na pompy węglane służą liny i tzw. *kiwaki* (rys. 278).

W niektórych kopalniach ropę wydobywa się przez *łyżkowanie i tłokowanie*. Łyżkę lub tłok na linie zapuszcza się do otworu i po zaczerpnięciu ropy wyciąga się na powierzchnię. Łyżkowanie i tłokowanie odbywa się przy użyciu urządzenia wiertniczego albo też ustawia się do tego celu osobny wyciąg parowy lub elektryczny. Oba te sposoby wydobywania ropy wychodzą już z użycia.

d. Sposoby zwiększania wydobywania ropy ze złoża

Przyczyną zaniku przyływu ropy ze złoża do odwiertu bardzo często nie jest wyczerpanie fizyczne złoża z ropy, lecz przede wszystkim wyczerpanie się energii gazu towarzyszącego ropie w złożu, następnie замуlenie spodu otworów piaskiem i mułem naniesionym razem z ropą lub też zasklepienie parafiną kanalików w piaskowcu ropnym. Aby zwiększyć przyływ ropy ze złoża do otworów, trzeba wyczyścić spód otworu z mułu naniesionego z ropą, bądź też usunąć osad parafiny przez zeszkobanie lub wygrzanie i rozpuszczenie jej, albo też trzeba przystąpić do sztucznego odnowienia energii złożowej, czyli do odbudowania ciśnienia gazowego w złożu ropnym.



Rys. 279. Zasada hydraulicznego szczelinowania pokładu roponośnego

1 — odwiert, 2 — rury okładzinowe, 3 — cement, 4 — szczelina

z otworu ropnym. *Usuwanie osadów parafiny* z odwiertów dokonuje się najczęściej przy użyciu pary wodnej, gorącej wody doprowadzonej na spód odwiertu, grzejników elektrycznych albo też odczynników chemicznych wytwarzających ciepło lub rozpuszczających parafinę na dnie odwiertu.

W piaskowcach bardzo zbitych i mało przepuszczalnych dla przepływu ropy stosuje się *strzelanie* (torpedowanie) za pomocą opuszczonych na dno ładunków dynamitu. Wskutek wybuchu tzw. torpedy dynamitowej następuje skruszenie i spękanie skały w otoczeniu otworu, dzięki czemu powstają nowe kanały dla dopływu ropy.

W ostatnich latach wprowadzono *hydrauliczne szczelinowanie*, polegające na wytworzeniu szczelin poziomych lub pionowych w pokładzie roponośnym wokół odwiertu (rys. 279), przez zastosowanie odpowiednio wysokiego ciśnienia przy użyciu cieczy szczelinującej¹⁾. W celu zapobieżenia zamknięciu się wytworzonych szczelin w pokładzie roponośnym po spadku ciśnienia szczelinującego włącza się

równocześnie z cieczą szczelinującą średnio- i gruboziarnisty piasek. Dla utrzymania piasku w stanie zawieszenia dobiera się ciecz o odpowiednich właściwościach fizyko-chemicznych. Wskutek wytworzenia szczelin lub też rozszerzenia szczelin pierwotnie istniejących w pokładzie roponośnym zwiększa się przepuszczalność skał w strefie wokół odwiertu, a przez to zwiększa się przyływ ropy z pokładu roponośnego do odwiertu.

¹⁾ Jako cieczy szczelinujących używa się produktów naftowych, np. ciężkich frakcji ropy naftowej lub też emulsji wodno-ropnych.

W pokładach wapiennych dobre wyniki daje działanie kwasem solnym, czyli tzw. *kwasowanie*. Kwas solny rozpuszcza wapien i wskutek tego wytwarza gęstą sieć kanalików dla dopływu ropy ze złoża do odwiertów.

Najwięcej rozpowszechnionymi sposobami zwiększenia wydobywania ropy ze złożów ropnych jest *wtlaczanie do złoża gazu ziemnego lub powietrza* albo też *wtlaczanie wody*.

Rzadko natomiast stosuje się sposób zwiększania przypływu ropy do odwiertu przez *wytwarzanie próżni* w złożu ropnym. Sposób ten ma zastosowanie raczej do zwiększenia produkcji gazu o wysokiej zawartości gazoliny.

Wtlaczanie gazu ziemnego do złoża może odbywać się w początkowym okresie eksploatacji pola naftowego, gdy w złożu panuje jeszcze wysokie ciśnienie, lub też w późniejszym okresie, gdy złożo ropne jest już w pewnym stopniu wyczerpane. W pierwszym przypadku chodzi o zachowanie wysokiego ciśnienia złożowego, w drugim przypadku o jego odbudowę.

Wtlaczanie gazów sprężonych do złoża odbywa się wybranymi i przygotowanymi do tego celu otworami (tzw. tłocznymi lub zasilającymi), położonymi najczęściej w najwyższej części złoża ropnego, czyli w jego partii szczytowej. Ciśnienie wtlaczanego gazu lub powietrza rozprzestrzenia się w złożu i wypycha pozostałą w nim ropę do otworów produkcyjnych, którymi się ją wypompowuje na wierzch do zbiorników. Korzystniej jest wtlaczać gaz ziemny, który łatwiej rozpuszcza się w ropie, zmniejszając jej lepkość, co wpływa korzystnie na jej przepływ w piaskowcu roponośnym. Zaletą natomiast wtlaczania powietrza jest jego taniość i możliwość łatwej kontroli rozchodzenia się w złożu.

Wtlaczanie wody do złoża roponośnego odbywa się, podobnie jak wtlaczanie gazów sprężonych, przygotowanymi do tego celu otworami rozmieszczonymi wokół otworu produkcyjnego. Najczęściej otwory, którymi wtlacza się wodę, umieszcza się na wierzchołkach kwadratu lub sześcioboku umiarowego, otwór zaś produkcyjny znajduje się w jego środku. Woda przeznaczona do wtlaczania powinna być zarówno mechanicznie, jak i chemicznie czysta.

Na niewielką skalę stosuje się dotychczas *górnictwą eksploatację złożów ropnych*. Jest to sposób pozwalający praktycznie wydobywać ponad 95% ropy zawartej w złożu, podczas gdy inne sposoby wyżej opisane zezwalają na wydobywanie tylko pewnej jej części, tj. 20 do 60%.

Na większą skalę zastosowano eksploatację górnictwą złożów ropnych tylko w Pechelbronn we Francji (Alzacja) i w Wietze koło Hanoweru w Niemczech. W Pechelbronn prowadzono początkowo chodniki podziemne w pokładzie ropnym, później zaniechano tego i drążono chodniki powyżej pokładu ropnego. Do położonego niżej pokładu ropnego dochodzi się szybikami o wymiarach $0,75 \times 0,5$ m i głębokości 3 do 10 m, do których ścieka ropa, wydobywana następnie okresowo za pomocą pomp lub powietrza sprężonego. Szybiki rozmieszczone są w odstępach 10 m.

Eksploatacja w Wietze wyróżniała się tym, że z pokładu, z którego ropa nie chciała ściekać, gdyż piaskowiec składał się z bardzo drobnych ziarn i miał domieszkę ilu, wydobywano urobek na powierzchnię. Na powierzchni rozdrabiano go mechanicznie, po czym ropę wypłukiwano wodą z 2,5-procentowym dodatkiem ługu sodowego, ogrzaną do temperatury 80°C , lub parą wodną o ciśnieniu do 3 atn. Później urobek pozostawiano pod ziemią i tam wypłukiwano z niego ropę za pomocą pary wodnej. Ropę odprowadzano do zbiorników, a piasek z wodą używano do podsadzania wyrobisk.

Zadaniem gospodarki ropnej w kopalni jest ujęcie, pomiar, oczyszczenie, przechowanie i przygotowanie do przetłoczenia do rafinerii ropy wydobytej z odwiertów.

Wydobywanej ropie towarzyszą mniejsze lub większe ilości gazu, poza tym ropa ta zawiera często różne zanieczyszczenia, jak wodę (solanka), piasek i muł. Przed przetłoczeniem do przeróbki w rafinerii ropa musi być odpowiednio oczyszczona już w kopalni.

Dawniej ropę wydobywaną z odwiertów odprowadzano do otwartych zbiorników (lub nawet zwykłych dołów). Ten sposób ujęcia produkcji ropy powodował duże straty jej lotnych składników. Aby temu zapobiec, stosuje się obecnie zamknięty sposób ujmowania ropy. Polega on na tym, że ropę z odwiertów kieruje się do szczelnie zamkniętego zbiornika, w którym oddziela się od ropy gaz, a także częściowo woda oraz piasek i muł. Równocześnie przeprowadza się pomiar wydobytej ropy i gazu, a niekiedy także i wody. Oddzielony od ropy gaz odpływa do gazoliniarni (w celu uzyskania z niego gazoliny) lub też jako opał do kotłowni bądź jako paliwo do silników gazowych.

Zbiorniki służące do ujęcia i pomiaru ropy wydobywanej z odwiertów były dawniej z drewna, obecnie stosowane są prawie wyłącznie stalowe (stojące lub leżące).

Pomiar ropy zawartej w zbiornikach kopalnianych jest czynnością wykonywaną codziennie i ma na celu oznaczenie ilości ropy wydobytej z odwiertów. Pomiary te wykonuje się za pomocą łąty drewnianej z podziałką lub też taśmy stalowej zaopatrzonej w obciążnik i podziałkę centymetrową. Poza tym potrzebny jest przyrząd do pobierania próbek cieczy w dowolnej głębokości w zbiorniku.

Ropa naftowa zawiera, zależnie od stanu zawodnienia złoża, większą lub mniejszą ilość wody słonej, która zmieszana z ropą tworzy *emulsję ropną*. Istota emulsji ropnych polega na istnieniu w ropie drobnych kuleczek wody otoczonych cienką warstewką asfaltu i nierozpuszczalnych w wodzie soli wapniowych oraz innych ciał stałych przyczepionych do powierzchni kuleczek. Kuleczki te naładowane są elektrycznością dodatnią, wskutek czego nie mogą się połączyć, gdyż naładowane jednoimiennie wzajemnie się odpychają. W tym tkwi cała trudność rozkładu emulsji ropnych. Kuleczki wody znajdują się w ropie w stanie rozproszonym.

Oczyszczenie ropy w kopalniach ma na celu usunięcie z ropy solanki i innych ciał obcych. Najprostszym sposobem oddzielenia solanki od ropy jest *odstanie*, tj. pozostawienie ropy zmieszanej z solanką w spokoju w zbiorniku przez pewien czas, w którym solanka oddziela się od ropy wskutek różnicy ciężarów właściwych.

Emulsje ropne nie dają się jednak w ten sposób rozłożyć i wymagają zastosowania odpowiednich zabiegów. Rozkładanie emulsji ropnych polega na stosowaniu czynników rozpuszczających powłokę ochronną i rozkładających ją elektrycznie. Sposoby te dzielą się na termiczne, chemiczne, elektryczne i mechaniczne.

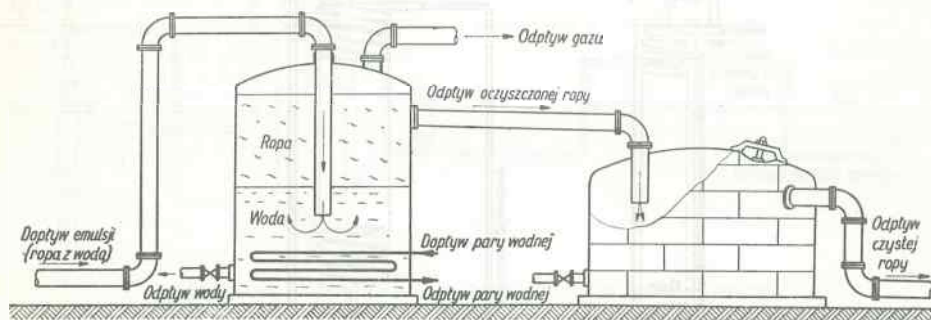
Najprostszym sposobem jest *ogrzanie emulsji* do wyższej temperatury, przez co zwiększa się wzajemną rozpuszczalność poszczególnych składników emulsji (rys. 280).

W rafineriach oczyszcza się ropę przez *mechaniczne centryfugowanie*. W ten sposób oczyszcza się ropę do granic nieosiągalnych innymi sposobami. Zasada działania centryfug polega na wywołaniu siły odśrodkowej

za pomocą wirowania; pod jej wpływem kuleczki o wyższym ciężarze właściwym zostają odrzucone na zewnątrz, a następnie stłoczone razem zlewają się. Na obwodzie wirnika wytwarzają się więc dwie warstwy: zewnętrzna wody i wewnętrzna czystej ropy. Rozdzielone substancje wypływają oddzielnie z wirówki.

Do mechanicznych sposobów oczyszczania ropy należy *filtrowanie* polegające na przetłaczaniu ropy pod ciśnieniem przez system komór o rosnącym przekroju, oddzielonych od siebie przegrodami pokrytymi płótnem filtrowym lub metalową siatką.

Istnieją również *elektryczne sposoby* rozbijania emulsji ropnych. Najbardziej rozpowszechnionymi sposobami rozbijania emulsji ropnych są *sposoby chemiczne*. Sposoby te polegają na wprowadzeniu do emulsji sub-



Rys. 280. Rozkładanie emulsji ropnych przez podgrzewanie

stancji chemicznych rozpuszczających nablonek. Wymagają one równoczesnego ogrzewania ropy w celu wzmocnienia reakcji i utrzymania ropy w stanie dostatecznej płynności dla ułatwienia osiadania wydzielonej wody i ilu.

Substancje chemiczne używane do rozbijania emulsji nazywają się demulgatorami. Właściami swoimi i budową chemiczną podobne są one do mydeł. (Dobry demulgator użyty do mycia rąk usuwa brud, a spłukany wodą nie pozostawia po sobie śladów). Wytwarzane w rafineriach demulgatory zawierają często kryształy soli glauberskiej.

O należyтым działaniu demulgatora decyduje nie jego ilość, ale jak najdokładniejsze jego wymieszanie z cieczą oraz utrzymanie w czasie reakcji odpowiedniej temperatury. Do całkowitego rozłożenia najtrwalszej emulsji wystarczy zazwyczaj dodatek demulgatora w ilości 2 do 5 kG na 1 T ropy, rozcieńczonego uprzednio 10- lub 20-krotną objętością wody. Oczyszczenie ropy przeprowadza się w zbiorniku głównym, doprowadzając z beczki rozcieńczony odczynnik.

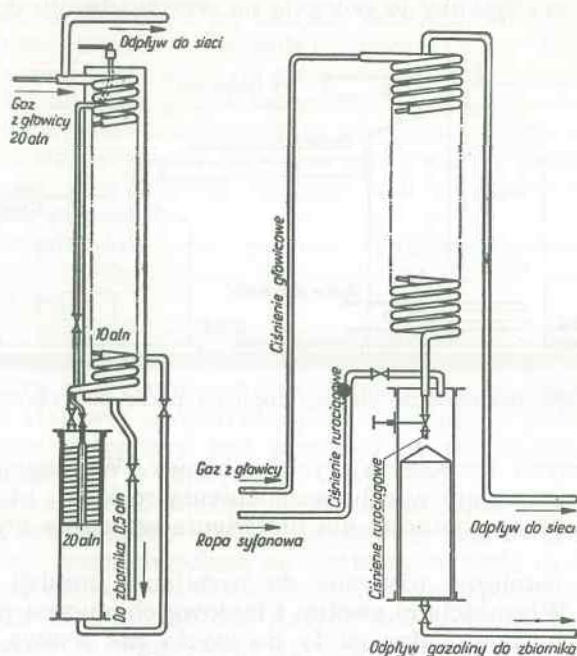
Oczyszczoną w kopalniach ropę przetłacza się do mierników stacji tłoczeniowych, skąd przetłacza się rurociągiem wprost do rafinerii albo do kolejowych stacji wysyłkowych, a wówczas przewożenie ropy do rafinerii odbywa się cysternami. Mniejszą ilość ropy przewozi się z kopalni do stacji kolejowych lub do rafinerii beczkami lub beczkowsami. Przewóz ropy rzekami odbywa się za pomocą odpowiednio do tego celu urządzonych barek ciągnionych przez parowiec.

Do morskiego przewożenia ropy służą specjalne statki-tankowce, których wnętrze podzielone jest ściankami na system niezależnych od siebie komór.

22. Wydobywanie gazu ziemnego

Gaz ziemny występuje w towarzystwie ropy w złożach ropnych lub też w złożach czysto gazowych jako gaz suchy lub mokry, z którego przez wykroplenie można uzyskać ciekłe węglowodory, zwane białą ropą lub kondensatem.

Gaz ziemny wydobywany wraz z ropą zawiera gazolinę, którą uzyskuje się po przepuszczeniu gazu przez adsorbery wypełnione węglem aktywowanym mającym zdolność zatrzymywania gazoliny. Suchy odgazolinowany gaz odpływa do miejsc zużycia, najczęściej jako paliwo kotłowe lub silnikowe.



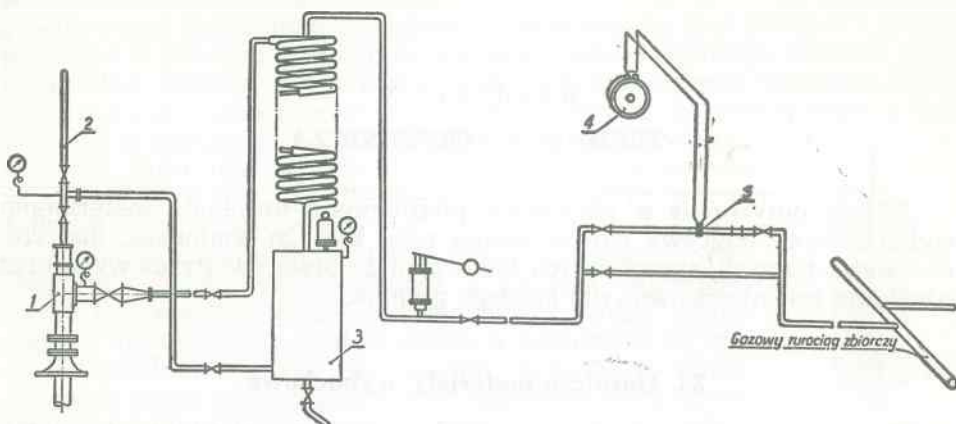
Rys. 281. Schematy oddzielnicy gazoliny

Gaz ziemny wypływający z otworów gazowych, jeśli jest nieco zawilgocony, przepływa przez separatory do oddzielania wilgoci, następnie przez stację pomiarową do gazociągu, którym doprowadzany jest do miejsc zużycia. W odwiertach produkujących gaz mokry lub z wodą gromadzą się na dnie wykropliny lub woda, które usuwa się przy użyciu rurek małej średnicy, zwanych syfonowymi.

Gaz ziemny mokry, zawierający wykraplające się węglowodory, przepływa z głowicy odwiertu gazowego do odpowiednich oddzielnicy gazoliny, które składają się z jednej lub dwóch współśrodkowo umieszczonych wężownic (rys. 281). Gaz odbierany z głowicy odwiertu lub rurek syfonowych przepływa przez wężownicę w dół do zbiornika umieszczonego w dolnej części oddzielnicy, a stamtąd przepływa z powrotem do cylindra oddzielnicy, ulegając rozprężeniu w zaworze rozprężającym. Wskutek tego gaz silnie się ochładza i opływając naokoło rurek wężownicy chłodzi przepływający w nich gaz. Dzięki ochłodzeniu następuje wykroplenie gazoliny z gazu. Gazolina ta gromadzi się w zbiorniku umieszczo-

nym w dolnej części oddzielnika. Chłodzenie jest tym skuteczniejsze, im większa jest ekspansja gazu, czyli im z wyższego ciśnienia rozpręża się gaz.

W niektórych oddzielnikach zastosowano zasadę przeciwprądu. Polega ona na tym, że w oddzielniku znajdują się dwie węzownice, jedna w drugiej. Gaz z głowicy odwiertu płynie środkową (wewnętrzną) węzownicą, rozprężony zaś gaz, a więc oziębiony płynie zewnętrzną węzownicą, chł-



Rys. 282. Urządzenie do wydobywania gazu mokrego

1 — głowica, 2 — rura syfonowa, 3 — oddzielnik gazoliny, 4 — samopiszący aparat pomiarowy, 5 — kreza pomiarowa

dząc w ten sposób gaz płynący w wewnętrznej węzownicy. Oddzielacze te działają dobrze, jeżeli rozprężenie gazu następuje z wysokiego ciśnienia na ciśnienie dosyć niskie. Z chwilą spadku ciśnienia na głowicy odwiertu skutek chłodzenia zmniejsza się, a zatem maleje i wychód gazoliny.

Na rys. 282 przedstawiono urządzenie do wydobywania i pomiaru gazu mokrego (gazolinowego).

Rozdział X

TECHNIKA STRZELNICZA

Jeszcze dotychczas w górnictwie podziemnym urabianie materiałami wybuchowymi odgrywa bardzo ważną rolę. Dlatego znajomość materiałów wybuchowych, sposobów ich ładowania do otworów strzałowych oraz odpalania jest nieodzowna dla każdego górnika.

23. Górnicze materiały wybuchowe

Nazwą *materiałów wybuchowych* obejmuje się związki chemiczne lub ich mieszaniny, które są zdolne do szybkiej reakcji chemicznej (eksplozji) z równoczesnym wytworzeniem dużej ilości gazów i wysokiej temperatury. Większość materiałów wybuchowych eksploduje z szybkością powyżej 1000 m/sek, dochodząc nawet do 8000 m/sek. Tak szybką eksplozję nazywa się *detonacją*. Niektóre materiały wybuchowe (prochy) eksplodują ze znacznie mniejszą prędkością wynoszącą kilkaset metrów na sekundę; eksplozję taką nazywa się *wybuchem*.

Ze względu na prędkość eksplozji wszystkie materiały dzieli się na dwie grupy:

1. materiały działające powoli, czyli *miotające* (rozsuwające), lub krótko prochy; dają one urobek w dużych bryłach;
2. materiały działające szybko, czyli *kruszące* lub bryzantyczne; do nich należą dynamity i amonity.

Poza tym należy wyodrębnić materiały wybuchowe *inicjujące*, tj. zapoczątkowujące detonację.

Prochy stanowią mieszaninę saletry, węgla i siarki (tzw. proch czarny oraz saletra strzelnicza). Zapalają się one bardzo łatwo od płomienia lub iskry. Używane były w kopalniach podziemnych w postaci *prasowanej* (cylinderki z otworem w środku rys. 283), a w kopalniach odkrywkowych również i w postaci ziarnowej. Na wolnym powietrzu spalają się spokojnie, w zamkniętej natomiast przestrzeni wybuchają. Prochy łatwo pochłaniają wilgoć i wobec tego muszą być przechowywane w suchym miejscu.

Dynamity należą do najsilniejszych materiałów wybuchowych kruszących. Głównym ich składnikiem jest nitrogliceryna. Wadą dynamitów jest to, że mogą one wybuchnąć wskutek uderzenia lub tarcia, a poza tym w stanie zamrożonym, co następuje już w temperaturze $+8^{\circ}\text{C}$. Są one bardzo niebezpieczne w użyciu. Dużą zaletą dynamitów jest ich niewrażliwość na działanie wody, dzięki czemu można je używać nie tylko w miejscach wilgotnych, lecz również i do robót strzelniczych pod wodą.

Amonity stanowią grupę materiałów wybuchowych, w których głównym składnikiem jest saletra amonowa. Materiały te są bardzo mało wrażliwe na zapalenie, uderzenie i tarcie; dlatego też są one najbardziej bezpieczne w obchodzeniu się i najczęściej używane do górniczych robót strzelniczych. Poza tym z domieszką soli kamiennej nie zapalają one metanu i mogą być używane do strzelania w kopalniach gazowych jako tzw. *materiały wybuchowe powietrzne*.

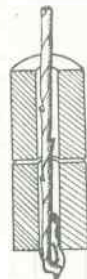
Używanie materiałów powietrznych dopuszczone jest również i w kopalniach, w których możliwe są wybuchy pyłu węglowego. Oprócz tych materiałów istnieją również tzw. *materiały wybuchowe węglowe*, które zabronione są wprawdzie w kopalniach gazowych, ale dopuszczone w kopalniach z wybuchowym pyłem węglowym. Wadą amonitów jest duża ich higroskopijność, dlatego opakowanie nabojów musi być parafinowane. Przechowuje się je tylko w suchych miejscach.

Amonitów używa się w stanie luźnym sproszkowanym. Pakowane są w postaci nabojów o ciężarze najczęściej 100 G do paczek 1 do 2,5-kilogramowych; paczki te następnie umieszcza się w skrzynkach o zawartości 25 kG.

W kopalniach używa się czasami materiałów wybuchowych, które otrzymuje się przez nasycenie skroplonym tlenem (ciekłym powietrzem) substancji palnych (sadzy, węgla drzewnego, mączki drzewnej itp.). Nasycenie nabojów ciekłym powietrzem odbywa się przed nabijaniem i strzelaniem w samym przodku.

Ostatnio przeprowadza się próby rozsadzania skał zamiast materiałami wybuchowymi ciekłymi bezwodnikiem kwasu węglowego (CO_2) — metoda Cardox — lub powietrzem sprężonym — metoda Airdox. Metody te są bezpieczne w kopalniach gazowych.

Materiałami wybuchowymi *inicjującymi* są: *piorunian rtęci* i *azydek ołowiu*. Materiały te są nadzwyczaj wrażliwe na zapalenie, uderzenie i tarcie, pod których wpływem bardzo łatwo eksplodują, wywołując detonację właściwych materiałów wybuchowych.



Rys. 283.
Naboje prochu
prasowanego

24. Środki zapalcze

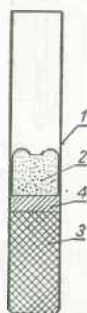
Do wywołania wybuchu prochów wystarczy samo tylko ich zapalenie w otworze strzałowym, detonacja natomiast materiałów kruszących następuje wskutek eksplozji spłonki, czyli małego ładunku materiału inicjującego. Prochy lub spłonki zapala się za pomocą lontów lub zapalników elektrycznych.

Spłonka (rys. 284) składa się z łuski miedzianej 1 (przy spłonkach piorunianowych) lub aluminiowej bądź cynkowej (przy azydkowych), wewnątrz której znajduje się mały ładunek materiału inicjującego 2 oraz większy ładunek materiału wybuchowego 3, jak np. trotylu, oddzielony podsypką pentrytową 4.

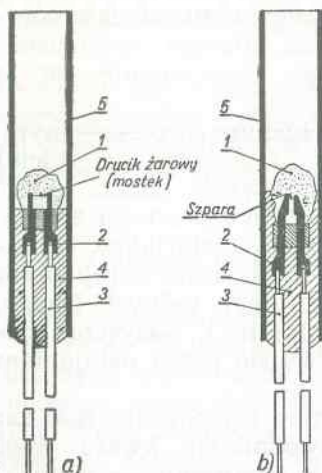
Lonty służą do zapalania prochów lub spłonek. Są to cienkie rurki wykonane zazwyczaj z plecionki bawełnianej i wypełnione materiałem wybuchowym tworzącym rdzeń. Zależnie od prędkości palenia się rdzenia rozróżnia się *lonty zwykłe*, czyli wolnopalne, o rdzeniu z prochu czarnego i prędkości palenia około 1 cm/sek, oraz *lonty wybuchowe* o rdzeniu z kruszącego materiału wybuchowego i prędkości palenia (ściślej deto-

nacji) kilku kilometrów na sekundę. Lonty wybuchowe, tzw. detonujące zapala się za pomocą spłonek i lontu zwykłego.

Zapalniki elektryczne (rys. 285) składają się z masy zapalczej 1, tworzącej główkę zapalnika, która jest połączona elektrodami 2 z przewodami elektrycznymi 3 wtopionymi w masę izolacyjną 4. Zapalnik mieści się w cienkiej tulejce tekturowej 5 (rzadziej w rurce metalowej), do której wkłada się spłonkę otwartym końcem w stronę zapalnika. Zależnie od konstrukcji rozróżnia się **zapalniki mostkowe** (rys. 275 a), w których rozżarza się drucik (mostek), oraz **zapalniki szparowe** (rys. 275 b), w których rozżarza się wprost masa zapalcza.



Rys. 284.
Spłonka górnicza



Rys. 285. Zapalniki elektryczne
a — mostkowy, b — szparowy



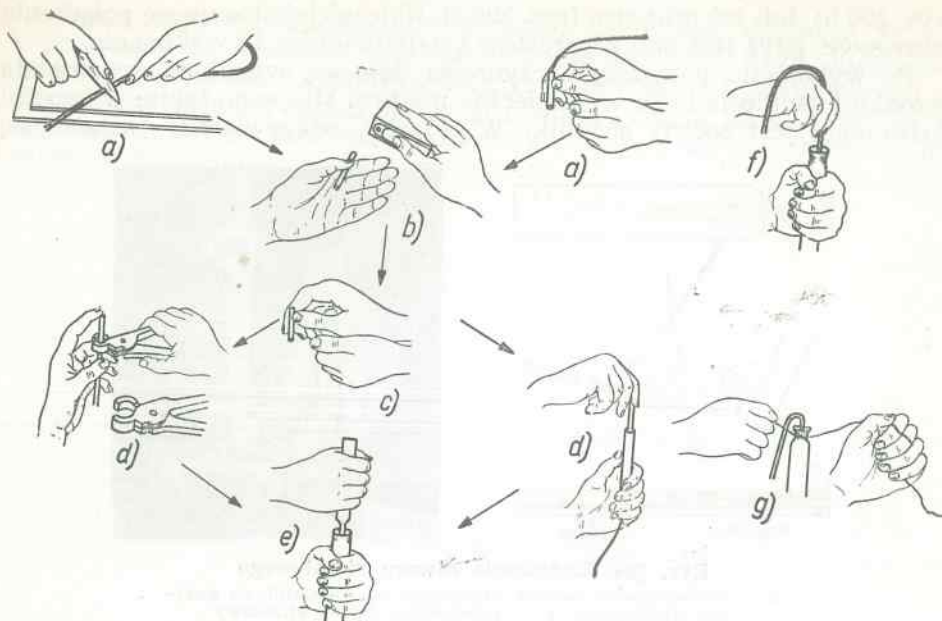
Rys. 286. Górnik uruchamiający zapalarkę elektryczną

Źródłami prądu dla zapalników elektrycznych są najczęściej tzw. **zapalarki** (rys. 286), czyli specjalne małe prądnice, w których prąd powstaje przy szybkim obrocie korbowki. W przypadkach masowego strzelania używa się prądu z sieci elektrycznej.

Używanie, transport i przechowywanie materiałów wybuchowych i środków zapalczych oraz niszczenie materiałów zepsutych i niezdatnych do użytku odbywa się według specjalnych przepisów, pod kontrolą władz górniczych.

25. Nabijanie otworów strzałowych i odpalenie

Przed przystąpieniem do nabijania otworu ładunkiem materiału wybuchowego musi być wykonany **nabój udarowy (zapalczy)**, tj. nabój zapopatrzony (uzbrojony) w środek zapalczy. Nabój udarowy w przypadku użycia prochu prasowanego wykonuje się przez nacięcie lontu wolnopalnego w kilku miejscach i umieszczenie go w gotowym otworze cylindrycznym prochu (patrz rys. 283). Dla uzbrojenia naboju z materiału kruszącego najpierw łączy się lont lub zapalnik ze spłonką (rys. 287 a, b, c i d). Lont wsuwa się w tuleję spłonki i zaciska obciążkami, tuleję zapalnika odwrotnie nasuwa się na spłonkę. W praktyce używa się również **zapalni-**

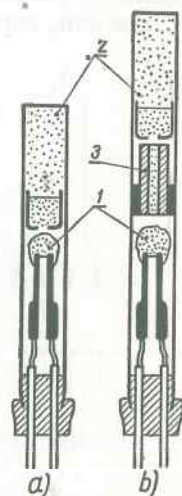


Rys. 287. Uzbrajanie naboju udarowego (zapalczego)

ków ostrych, tj. zapalników zmontowanych we wspólnej tulei ze spłonką. Mogą one być natychmiastowe (rys. 288 a) lub też zwłoczne (rys. 288 b). W ostatnim przypadku między główkę zapalnika 1 i spłonkę 2 wstawia się opóźniacz 3 w postaci odcinka lontu lub masy. Następnie odwija się z jednego końca naboju papierowe opakowanie (rys. 287 e), robi się w materiale wybuchowym wgłębienie za pomocą drewnianego kołka, wkłada się do tego wgłębienia spłonkę z lontem lub zapalnikiem (rys. 287 f) i zawiązuje mocno sznurkiem (rysunek 287 g).

Przy ładowaniu (nabijaniu) otworu strzałowego wkłada się do niego najpierw pojedyncze naboje nie uzbrojone, doprowadzając je drewnianym nabijakiem aż do dna; na końcu wprowadza się nabój udarowy (rys. 289 a), przytrzymując lewą ręką lont lub druty zapalnika. Przy ładowaniu otworu strzałowego powinien znajdować się z boku (rys. 289 b) nie na wprost otworu strzałowego. W celu osiągnięcia dobrego działania ładunku otwór po załadowaniu zamyka się przez wykonanie przybitki (rys. 289 c) z materiałów luźnych (np. piasek, pył kamienny) lub plastycznych (gлина, il). Przybitkę wprowadza się do otworu częściami; pierwsze jej partie przyciska się lekko nabijakiem, dalsze zaś ubija się coraz silniej.

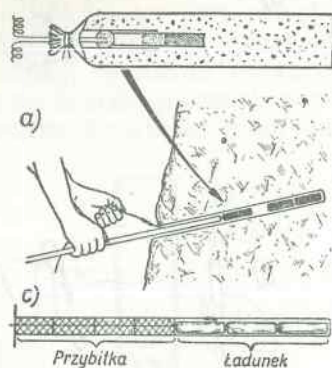
Po nabiciu otworów w przypadku odpalania elektrycznego należy przewody zapalników połączyć z sobą oraz z przewodami sieci elektrycznej zapalarki z (rys. 290). Jeżeli ładunki umieszczone w otworach mają być odstrzelone równocześnie, to łączy się je z sobą szeregowo (rys. 290 a), równolegle



Rys. 288. Zapalniki elektryczne
ostre
a — natychmiastowy,
b — zwłoczny

(rys. 290 b), lub też grupowo (rys. 290 c). Najczęściej stosuje się połączenie szeregowo, gdyż jest ono najprostsze i najłatwiejsze do wykonania.

Po wykonaniu powyższych czynności daje się sygnał do opuszczenia przodku i usunięcia ludzi w bezpieczne miejsce. Miejscem takim w kopalni podziemnej jest boczny chodnik. W kopalni odkrywkowej urządza się

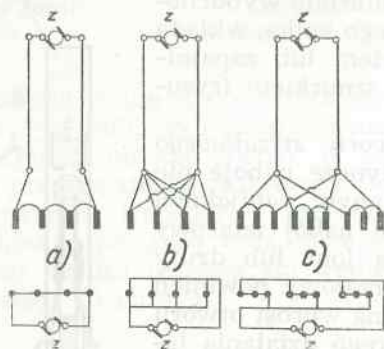


Rys. 289. Ładowanie otworu strzałowego

a — wprowadzanie naboju udarowego, b — prawidłowa pozycja strzałowego, c — załadowany otwór strzałowy

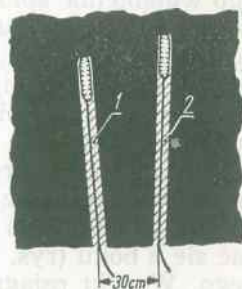
schrony dla pracowników lub też usuwa się ludzi na odległość około 300 m oraz ustawia się posterunki na wszystkich drogach wiodących do miejsca strzelania.

Po zabezpieczeniu dostępu do miejsc zagrożonych przystępuje się do odpalania ładunków. Przy strzelaniu za pomocą lontów zapala się je lampą, knotem, zapalką. Długość zapalanych lontów nie powinna być mniej-



Rys. 290. Łączenie zapalników elektrycznych

a — szeregowo, b — równolegle, c — grupowe



Rys. 291. Usuwanie niewypału

sza od 1 m, aby strzałowy miał czas skryć się w bezpieczne miejsce. Strzelanie elektryczne wykonuje strzałowy z ukrycia, dokąd doprowadza się przewody sieci elektrycznej zapalarki. Sieć ta ze względu na bezpieczeństwo pracy (możliwość dostania się prądów błądzących na przewody i przedwczesne odpalenie ładunków) musi być zwarta aż do chwili podłączenia przez strzałowego zapalarki,

Jeżeli zapalony ładunek nie odejdzie, to trzeba odczekać 15 min i przystąpić do usunięcia nie odstrzelonego ładunku, czyli niewypału. Usuwa się go w ten sposób (rys. 291), że obok otworu 1 zawierającego nie odstrzelony ładunek wierci się drugi otwór 2, nabija się go i odpala. Po odstrzeleniu ładunku powinno się przeszukać urobek, czy nie pozostał w nim materiał wybuchowy, a zwłaszcza splonka.

Rozdział XI

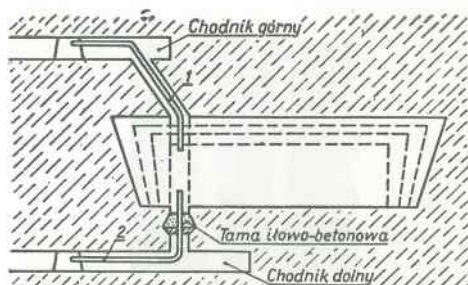
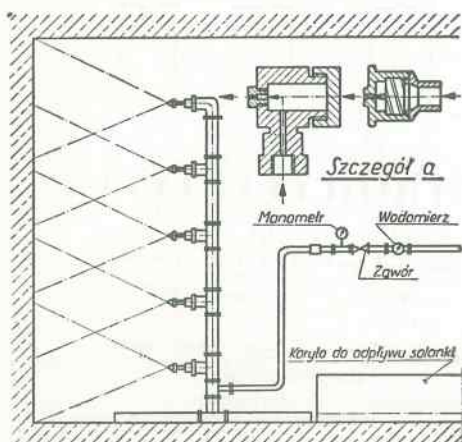
SPECJALNE SPOSOBY URABIANIA

W poprzednich rozdziałach omówiono sposoby urabiania narzędziami ręcznymi, maszynami i materiałami wybuchowymi w różnych warunkach i wyrobiskach kopalni.

W tym rozdziale podano specjalne sposoby urabiania, do których zaliczyć należy ługowanie kopalni użytecznych, urabianie przez ogrzewanie oraz zgazowanie węgla.

26. Ługowanie kopalni użytecznych

Omówione poprzednio hydrauliczne sposoby urabiania kopaliny użytecznej polegały na wykorzystaniu fizycznych własności wody (uderzenie, powiększenie objętości przy zamarzaniu itp.). Urabianie hydrauliczne skał przez ługowanie polega na wykorzystaniu chemicznej własności wody rozpuszczania niektórych kopalni użytecznych, a zwłaszcza soli.



Rys. 292 (z lewej). Ługowanie soli natryskami

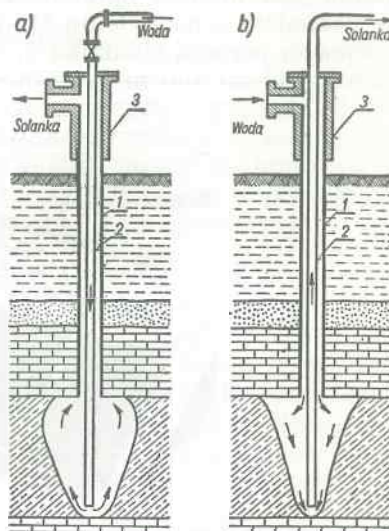
Rys. 293 (z prawej). Ługowanie soli w ługowniach

W kopalniach soli kieruje się wodę pod ciśnieniem około 6 atn z rurociągów przez *natryski* (rys. 292) na czoło przodku. W tym celu natryski zaopatrzone są w dysze (*szczegół a*), które rozbijają wodę na drobne kropelki oraz nadają im szybki ruch postępowy i wirowy. Kropelki te uderzają o calinę solną, a następnie ściekając w dół rozpuszczają sól. Woda

nasyca się solą i to tym szybciej, im drobniejsze są kropelki. Ściekającą na spąg solankę lub częściej półsolankę (solankę nienasyconą) odprowadza się korytami do rurociągów, a następnie do komór ługowniczych.

Innym sposobem urabiania soli przez rozpuszczanie jest *ługowanie w komorach ługowniczych* (rys. 293). W tym celu komorę wstępną, wykonaną robotami strzelniczymi w złożu solnym, napelnia się wodą lub półsolanką z rurociągu 1 chodnika górnego. Woda rozpuszcza sól ze ścian i pułapu, nasyca się, części zaś nierozpuszczalne opadają na dno komory. Wymiary i objętość komory ługowniczej stale się powiększają (linie przerywane). Po nasyceniu solankę z komory spuszcza się rurociągiem 2 do chodnika dolnego. Sposób ten stosuje się przy urabianiu soli zanieczyszczonej piaskiem, ilem i anhydrytem.

Często też eksploatację złóż prowadzi się za pomocą *otworów wiertniczych* (rys. 294) wierconych z powierzchni ziemi. W tym celu do otworu wiertniczego, zaopatrzonego w rury 1 sięgające do stropu złoża solnego, zakłada się drugą kolumnę rur cieńszych 2, które sięgają do spągu złoża. Wodę słodką tłoczy się albo rurami wewnętrznymi (rys. 294 a), albo zewnętrznymi (rys. 294 b). Woda stykając się ze złożem solnym rozpuszcza sól, zamienia się w solankę i wydostaje na powierzchnię drugą kolumną rur 1 lub 2. Na powierzchni ziemi rury ujmują się w głowicę 3, przez którą kieruje się słodką wodę do otworu i odprowadza nasyconą solankę do zakładu przerobczego. Otwory wiertnicze zakłada się na powierzchni według ustalonej siatki prostokątnej o bokach 30 do 100 m. Wadą tego sposobu eksploatacji jest niemożliwość kontroli wymiarów i zasięgu powstałych wyrobisk, wskutek czego zdarzają się nieprzewidziane zawały wyrobisk i przerwanie produkcji otworu. Ponadto zawałiska te mogą spowodować znaczne uszkodzenia górnicze.



Rys. 294. Ługowanie soli otworami wiertniczymi

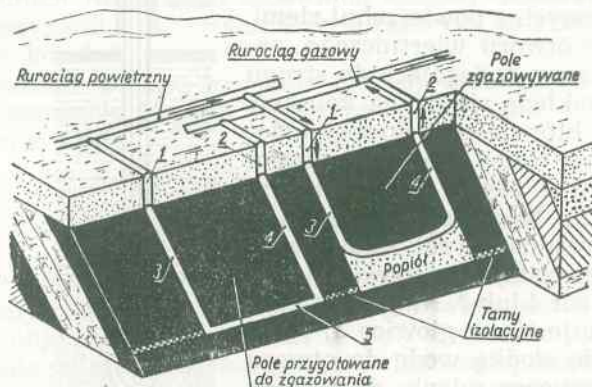
27. Urabianie kopalin użytecznych przez ogrzewanie

Wykorzystanie ciepła do urabiania skał znane jest od dawna. Urabianie polegało na ogrzewaniu skał płomieniem rozłożonego w przodku ogniska, co powodowało ich rozszerzanie się i powstawanie spękań i szczelin. Skała spękana może być następnie łatwo urabiana narzędziami ręcznymi. W celu zwiększenia skutków ogrzewania skały polewano ją po ogrzaniu wodą. Sposób ten, aczkolwiek prosty, wymagał usuwania ludzi z przodku, powodował pożary obudowy i był kosztowny. Z tych względów został zarzucony.

Przed drugą wojną światową przeprowadzono próby w kopalniach rud w Czechosłowacji, stosując do ogrzewania skał specjalne palniki naftowe lub gazowe nie dające dymu ani też szkodliwych dla zdrowia gazów spalinowych. Próby dawały dobre wyniki, lecz były zbyt kosztowne, dlatego też sposób ten nie znalazł praktycznego zastosowania.

W ostatnim ćwierćwieczu daje się zauważyć duże zainteresowanie nowym sposobem ogniowego urabiania węgla przez tzw. zgazowanie. Istota tego sposobu polega na podpaleniu pokładu węglowego i całkowitej zamianie substancji węglowej na gazy zawierające składniki palne¹⁾. Zgazowanie można prowadzić z doprowadzeniem tylko powietrza, powietrza z parą wodną, powietrza wzbogaconego w tlen i parę wodną, lub też tlenu i pary wodnej.

Spośród różnych metod zgazowywania węgla najczęściej rozpowszechniona jest *metoda opływowa* (rys. 295). Z szybów 1 i 2 wykonuje się w pokładzie o nachyleniu 50 do 80° dwie pochylnie 3 i 4, które łączy się z sobą za pomocą chodnika 5. W ten sposób tworzy się oddzielne pole szerokości 90 do 180 m przygotowane do zgazowania. Z kolei szyb 1 łączy



Rys. 295. Schemat zgazowywania węgla pod ziemią

się z rurociągiem mającym doprowadzić powietrze, szyb zaś 2 z rurociągiem mającym odprowadzić gazy. Po wykonaniu tych robót przygotowawczych zapala się węgiel w chodniku 5 i rozpoczyna wtłaczanie powietrza i wysysanie gazów. Popiół i kamień z rabującego się stropu opadają w dół, tak że czoło przodku ogniowego zawsze jest wolne dla przepływu powietrza. W wyniku zgazowania otrzymuje się gaz o wartości opałowej 1200 do 2000 kcal.

Zgazowanie węgla może znaleźć zastosowanie do eksploatacji węgla silnie zanieczyszczonego przerostami skały płonnej, gdzie eksploatacja innymi robotami górniczymi jest nieopłacalna. W Polsce próby zgazowania węgla prowadzi Główny Instytut Górnictwa.

¹⁾ Sposób ten zrealizowano po raz pierwszy w Lisiczańsku (ZSRR) w 1932 r.

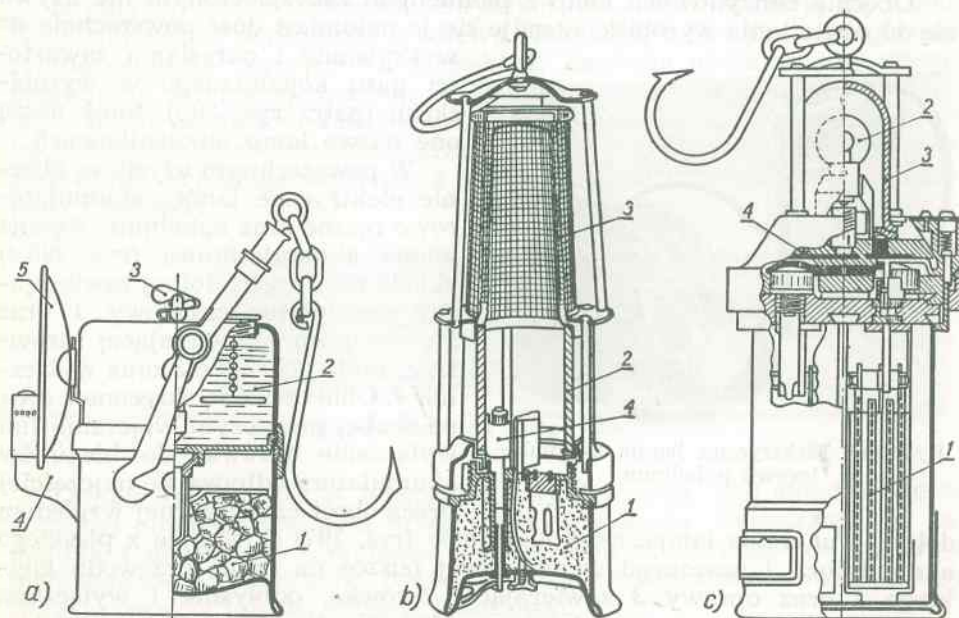
Rozdział XII

OŚWIETLLENIE WYROBISK

Pierwotnymi środkami do oświetlenia podziemnych wyrobisk górniczych były łuczywa i smolne pochodnie, które nie mogły zapewnić ani bezpieczeństwa, ani też odpowiednich warunków pracy w kopalniach. Ulepszeniem było użycie świec łożowych, których osłonięcie w postaci latarni uważać należy za pierwowzór późniejszych lamp górniczych.

29. Oświetlenie lampami przenośnymi

Postępem w rozwoju oświetlenia było wynalezienie *lamp olejowych* o słabym, kopcącym płomieniu, które szybko zostały wyparte przez lampy benzynowe i acetylenowe. *Lampa acetylenowa* (rys. 296 a) składa się ze zbiornika karbidu 1 i zbiornika wody 2. Dopływ wody do zbiornika 1 reguluje się zaworkiem 3. Wytwarzający się w zbiorniku 1 acetylen



Rys. 296. Lampy górnicze ręczne

a — acetylenowa, b — benzynowa z płomieniem zabezpieczonym, c — elektryczna akumulatorowa

spala się po wyjściu z palnika 4, za którym umieszczony jest odbłyśnik 5. Lampy te znalazły szerokie zastosowanie w kopalniach niegazowych.

Lamp z płomieniem nie zabezpieczonym nie można stosować w kopalniach gazowych, gdyż mogłyby one zapalić gaz kopalniany i wywołać wybuch. W dawniejszych czasach w pokładach gazowych specjalnie przeznaczeni do tego ludzie, w zmoczonej odzieży i kapturach, pełzali po spągu i za pomocą długiego pręta ze świecą wypalali gaz zbierający się pod stropem. Oczywiście, że przy tego rodzaju robotach wypadki musiały być bardzo częste.

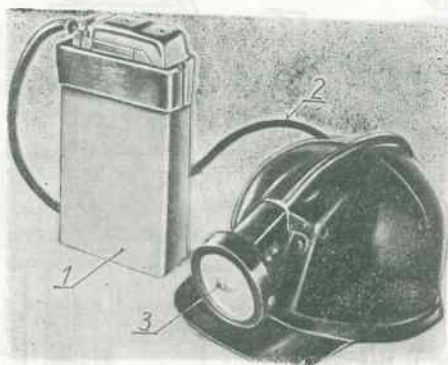
Dopiero w 1815 r. Davy (czytaj Dewi) wynalazł lampę z płomieniem zabezpieczonym. Zasada działania jej polega na tym, że płomień gazów palących się w lampie nie przechodzi przez gęstą siatkę metalową. Osłonięcie zatem płomienia lampy taką siatką (rys. 296 b) zapobiega możliwości zapalenia gazu na zewnątrz lampy, pod warunkiem jednak, że siatka będzie dostatecznie chłodna. W lampach tych płomień znajduje się z dala od siatki, w razie jednak obecności większej ilości gazu kopalnianego, nadmiernej prędkości powietrza lub też wywrócenia się lampy siatka może się rozżarzyć, a tym samym może przyczynić się do zapalenia gazu.

Lampa z płomieniem zabezpieczonym składa się ze zbiornika benzyny 1, szkła ochronnego 2 i podwójnej siatki metalowej 3. Całość lampy otoczona jest koszem z prętów ochronnych i zaopatrzona u góry w hak do noszenia i zawieszania na obudowie. Zbiornik połączony jest z koszem na śrubę i zaopatrzony w specjalny zamek, którego otworzenie możliwe jest tylko przy użyciu silnego magnesu. Zamknięcie takie jest konieczne, aby lampy nie można było otworzyć w kopalni przypadkowo lub też z powodu lekceważenia niebezpieczeństwa. Do zapalenia lampy służy iskrowa zapalniczka 4 umieszczona wewnątrz osłoniętej przestrzeni lampy.

Obecnie benzynowych lamp z płomieniem zabezpieczonym nie używa się do oświetlania wyrobisk. Stosuje się je natomiast dość powszechnie do

wykrywania i określania zawartości gazu kopalnianego w wyrobiskach (patrz rys. 300), toteż noszą one nazwę lamp wskaźnikowych.

W powszechnym użyciu są obecnie elektryczne lampy akumulatorowe ręczne oraz nabełmne. Ręczna lampa akumulatorowa (rys. 296 c) składa się z części dolnej zawierającej akumulator zasadowy 1 oraz z części górnej zawierającej żarówkę 2, szkło ochronne 3 oraz wyłącznik 4. Obie części są skrócone z sobą na śrubę, przy czym włączanie lub wyłączanie żarówki do biegunów akumulatora odbywa się najczęściej przez obrót części górnej względem

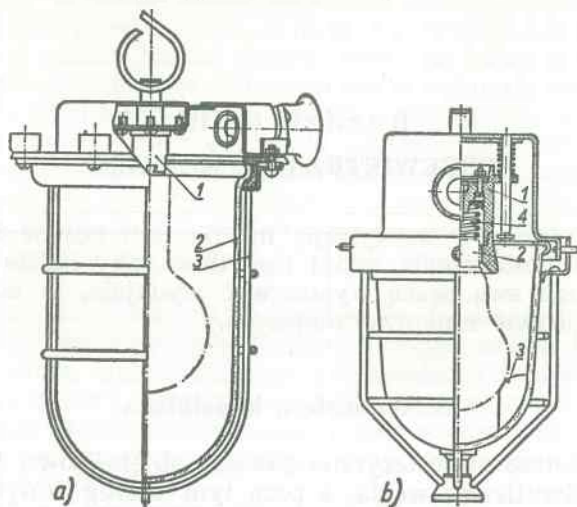


Rys. 297. Elektryczna lampa akumulatorowa nabełmna

dolnej. Nabełmna lampa akumulatorowa (rys. 297) składa się z płaskiego akumulatora 1 noszonego w metalowej puszcze na pasie, przewodu giętkiego 2 oraz oprawy 3 zawierającej żarówkę, odbłyśnik i wyłącznik. Lampy nabełmne są wygodniejsze, gdyż górnik ma obie ręce wolne, a skupione przez odbłyśnik światło zawsze jest skierowane tam, gdzie i wzrok patrzącego.

30. Oświetlenie lampami stałymi

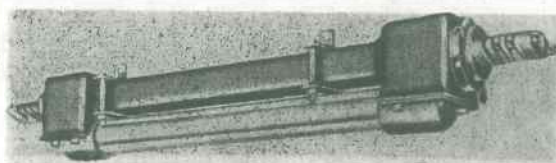
Podszybia, stacje rozrządowe, komory maszynowe, przecznice transportowe i inne miejsca w kopalni, gdzie odbywa się wzmożony ruch, oświetla się stałymi lampami elektrycznymi zasilanymi z sieci. Są to lampy żarowe lub fluoryzujące (światłówki).



Rys. 298. Elektryczne lampy żarowe zasilane z sieci

a — zwykła, b — ognioszczelna

Lampy żarowe w wykonaniu zwykłym (rys. 298 a) składają się z obudowy najczęściej wykonanej z odlewu stalowego, wewnątrz której mieści się oprawka porcelanowa żarówki 1. Żarówka otoczona jest szkłem ochronnym 2 i siatką drucianą 3. Lampy w wykonaniu ognioszczelnym (rys. 298 b) zasadniczo zawierają te same części 1, 2, 3 szczelnie z sobą połączone oraz dodatkowe urządzenie w postaci przepony lub sprężyny 4 do szybkiego wyłączenia prądu w razie rozbicia szkła ochronnego i żarówki.



Rys. 299. Elektryczna lampa fluoryzująca

Lampy fluoryzujące w wykonaniu zwykłym (rys. 299) składają się ze szczelnej obudowy (ochrona przed pyłem i wilgocią) zaopatrzonej w zapłonnik i dławik. W wykonaniu ognioszczelnym dodatkowo zawierają dwubiegunowy wyłącznik bezpieczeństwa rozwierający obwód lampy w razie rozbicia lub też wyjęcia świetlówki.

Rozdział XIII

PRZEWIETRZANIE KOPALNI

Przewietrzanie, czyli wentylacja, ma na celu odświeżanie powietrza w kopalni oraz dostarczenie takiej jego ilości, aby ludzie przebywający pod ziemią mogli swą pracę wykonywać wydajnie, w warunkach bezpiecznych i możliwie najkorzystniejszych.

31. Atmosfera kopalniana

Czyste powietrze atmosferyczne zawiera objętościowo 21% tlenu, 79% azotu i 0,04% dwutlenku węgla, a poza tym szereg innych przypadkowych domieszek, jak para wodna, pył itd. W kopalniach skład powietrza ulega zmianie.

a. Gazy występujące w powietrzu kopalnianym

Tlen (O_2) potrzebny jest człowiekowi do oddychania, przy czym im intensywniej człowiek pracuje, tym więcej zużywa tlenu. Przeciętne zużycie tlenu przez górnika wynosi około 1 l/min.

W powietrzu kopalnianym zawartość tlenu jest mniejsza niż w powietrzu atmosferycznym wskutek utleniania się węgla, gnicia drewna, oddychania ludzi, palenia lamp itd. Obniżenie zawartości tlenu w powietrzu do 17% wywołuje u człowieka cięższy oddech, wzmożone bicie serca oraz zmniejszenie zdolności do pracy, a gdy zawartość ta spadnie poniżej 12% następuje utrata przytomności i życie ludzkie jest poważnie zagrożone. Dlatego też przepisy górnicze wymagają, żeby zawartość tlenu w powietrzu w miejscach pracy nie była mniejsza jak 19%.

Jeżeli chodzi o zachowanie się płomienia lamp, to przy 19% tlenu światłość lamp benzynowych maleje do jednej trzeciej, przy 17% gasną benzynowe lampy z płomieniem zabezpieczonym, a przy 12% zaś lampy acetylenowe. Tak więc lampy górnicze, a zwłaszcza benzynowe, gasną w warunkach, w których człowiek może jeszcze żyć i oddychać; *gaśnięcie lampy jest ostrzeżeniem przed grożącym niebezpieczeństwem.*

Dwutlenek węgla (CO_2) znajduje się w powietrzu kopalnianym wskutek oddychania ludzi, palenia lamp, robót strzelniczych, działania silników spalinowych, rozkładu drewna, utleniania się węgla, wydzielania się CO_2 w stanie gotowym ze szczelin i por w skałach, jak również w czasie pożarów i wybuchów.

Wydzielanie się CO_2 ze skał w stanie gotowym następuje bądź to przez *regularny i powolny wypływ* z bardzo małych i niewidocznych dla oka por i szczelin, bądź też przez obfity wypływ ze szczelin w postaci *fontann gazowych*, wreszcie przez nagłe *wydzielanie w postaci wyrzutu* ogromnych ilości gazu (dziesiątki i setki tysięcy m^3) w ciągu krótkiego czasu.

Wyrzuty dwutlenku węgla są bardzo groźne dla kopalni i pracujących w niej ludzi, gdyż w jednej chwili wyrobiska zostają wypełnione nie nadającym się do oddychania gazem, a poza tym wybuchom gazu towarzyszy wyrzucenie z calizny bardzo dużych ilości (do kilku tysięcy ton) najdrobniejszego pyłu węglowego, który szczelnie zasypuje chodniki na dużej długości. To groźne żywiołowe zjawisko zdarza się między innymi w niektórych naszych kopalniach węgla na Dolnym Śląsku, a zwłaszcza w okolicach Nowej Rudy. W celu zabezpieczenia ludzi zaopatruje się tam całą załogę kopalni w aparaty oddechowe, a poza tym roboty strzelnicze odbywają się po usunięciu wszystkich ludzi z kopalni. Jest to ważne z tego względu, że zwykle nagłe wyrzuty CO_2 następują bezpośrednio po strzałach.

Zawartość CO_2 w powietrzu w ilości 1 do 2% nie jest szkodliwa dla ludzi; przy zawartości 5 do 10% dwutlenek węgla drażni błony śluzowe i delikatniejszą skórę, oddech staje się przyspieszony i ciężki, praca uciążliwa, występują objawy duszności i osłabienia; przy zawartości powyżej 10% może nastąpić utrata przytomności, a przy większej zawartości nawet śmierć. Dlatego też przepisy wymagają, żeby zawartość CO_2 w miejscu pracy nie przekraczała 1%.

Jeżeli chodzi o zachowanie się płomienia lamp, to przy 3% CO_2 płomień jest słaby i kopcący, a przy 5 do 6% CO_2 gasną lampy benzynowe, lampy natomiast acetylenowe palą się nawet w bardzo zanieczyszczonym powietrzu. Tak więc *gaśnięcie lampy benzynowej*, podobnie jak i w przypadku braku tlenu, *jest ostrzeżeniem przed groźącym niebezpieczeństwem*. Dlatego też przy badaniu w kopalni miejsc źle przewietrzanych nie należy wchodzić do nich z lampą elektryczną, lecz z benzynową lampą wskaźnikową.

Dwutlenek węgla miesza się trudno z powietrzem, a ponieważ jest od niego 1,5 razy cięższy, zbiera się w najniższych miejscach wyrobisk, przy czym można ustalić za pomocą płonącej lampy wyraźną granicę, poniżej której lampa nagle gaśnie. CO_2 występuje bardzo często w przodkach w pobliżu zrobów.

Tlenek węgla CO , czyli tzw. czad, jest gazem bezbarwnym, bez woni i smaku. Zapach, jaki niektórzy przypisują tlenkowi węgla, pochodzi z produktów destylacji węgla, które w czasie pożarów towarzyszą tlenkowi węgla. Jest on *gazem palnym*, a wskutek tego tworzy z powietrzem mieszaninę wybuchową; poza tym jest on gazem *silnie trującym* i wywołuje zacczadzenie nawet przy małej zawartości w powietrzu (0,02%).

Tlenek węgla pojawia się w kopalniach podczas pożarów podziemnych i wybuchu gazu kopalnianego, a zwłaszcza pyłu węglowego; poza tym w mniejszych ilościach tworzy się on przy robotach strzelniczych i podczas pracy silników spalinowych.

W atmosferze kopalnianej występują również inne gazy trujące, jak np. *siarkowodor* H_2S , *dwutlenek siarki* SO_2 i *tlenki azotu* NO i NO_2 . Wszystkie te gazy są nawet bardziej trujące niż tlenek węgla.

Tlenki azotu tworzą się zwykle przy strzelaniu materiałami wybuchowymi zawierającymi nitropochodne. Nadzwyczaj silnie drażnią one błony śluzowe oczu, nosa, ust oraz płuca; przy nieostrożnym głębokim odde-

chu może nastąpić bardzo niebezpieczne oparzenie płuc. Dlatego też (jak również dla uniknięcia zatrucia się tlenkiem węgla) nie należy wchodzić do przodku po strzałach przed uprzednim jego przewietrzeniem, po wyjściu zaś należy oddychać bardzo ostrożnie, unikając gwałtowniejszych ruchów.

Metan CH_4 jest głównym składnikiem gazu kopalnianego. Jest on bezbarwny, bez zapachu i smaku, nie trujący; niebezpieczeństwo jego polega na tym, że jest gazem palnym i po zmieszaniu się z powietrzem oraz zapaleniu daje silny wybuch.

Gaz kopalniany wydziela się głównie w kopalniach węgla, ale występuje również w kopalniach soli, a nawet i rud. Wydzielanie się gazu, podobnie jak CO_2 , może być regularne, w postaci fontann gazowych oraz w postaci wydmuchów. Obfitym zbiornikiem gazu bywają nie podsadzone i otamowane zroby. Podczas zniżki barometrycznej gaz przedostaje się z nich do powietrza kopalnianego przez szczeliny w skałach i nieszczelności tam. Spośród naszych kopalń węgla znaczna ich część należy do gazowych. Gaz kopalniany dość trudno miesza się z powietrzem, a będąc prawie dwa razy lżejszy od niego, zbiera się zawsze w górnych częściach wyrobisk. Z tego wynika, że w kopalniach gazowych niebezpieczne są wyrwy w pułapie wyrobisk, jak również niebezpieczne jest drażnienie pochylń i sztyków z dołu do góry.

Gaz kopalniany jest palny i tworzy z powietrzem *mieszaninę wybuchową*. Najsilniejszy wybuch następuje przy zawartości 9% gazu w powietrzu. Dolna granica zawartości gazu, przy której możliwy jest wybuch, wynosi 5 do 6 %, górna 14 do 16%. W powietrzu o zawartości metanu mniejszej od tej dolnej granicy spala się on tylko w bezpośrednim zetknięciu się z płomieniem. Palenie to zaznacza się w lampach wydłużeniem się płomienia i charakterystyczną niebieską *aureolą* dookoła płomienia lampy. Aureola ta staje się widoczna tylko przy małym płomieniu lampy. Na podstawie wielkości aureoli sądzić można o zawartości gazu w powietrzu.

Oznaczenie zawartości gazu w powietrzu kopalnianym przeprowadza się za pomocą chemicznej analizy pobranej próbki powietrza albo też na miejscu za pomocą *benzynowej lampy z płomieniem zabezpieczonym* lub *specjalnych lamp wskaźnikowych*. Znane są dwa sposoby badania zawartości gazu za pomocą lampy z płomieniem zabezpieczonym, a mianowicie przy pełnym jej płomieniu oraz przy płomieniu zmniejszonym do minimum.

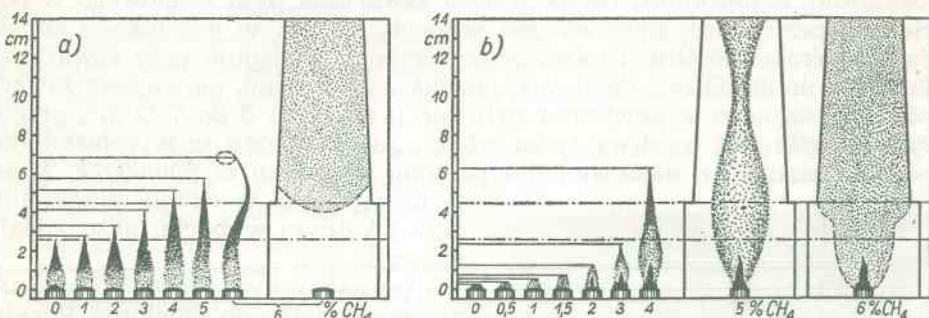
Pełny płomień wydłuża się zależnie od zawartości metanu w powietrzu, a nawet zaczyna kopcić (rys. 300 a). Przy badaniu *zmniejszonym płomieniem* powstaje dookoła niego błękitna aureola (płomień metanu). Aureola ta (niewidoczna przy płomieniu pełnym) występuje przy zawartości gazu od 1 do 5% (rys. 300 b).

Przy zawartości gazu 4,5 do 5% błękitna aureola sięga pokrywy siatki, a więc może ją rozżarzyć i wywołać zapalenie gazu na zewnątrz lampy, czyli wówczas lampa przestaje być bezpieczna.

Przy badaniu zawartości gazu należy trzymać dobrze oczyszczoną lampę za zbiornik w położeniu pionowym i powoli zbliżać ją do pułapu wyrobiska. Jeżeli na pewnej wysokości stwierdzi się zawartość około 3% gazu, należy lampę powoli i ostrożnie zniżyć. Skoro przestrzeń wewnątrz siatki wypełnia się płomieniem gazu, nie można w żadnym przypadku nagle wycofywać lampy ani też gasić płomienia przez dmuchanie, lecz powoli zniżyć ją i przenieść do miejsca, gdzie nie ma gazu. Gdy lampa

zgaśnię w czasie pomiaru, nie należy nigdy zapalać jej w miejscu, gdzie możliwa jest obecność gazu.

Lampy wskaźnikowe służą do dokładniejszego określania zawartości gazu od 0,25 do 2,5%. Przy zawartości metanu powyżej 2,5% lampy te stają



Rys. 300. Kształt i wysokość płomienia lampy wskaźnikowej benzynowej w obecności metanu dla:

a — płomienia pełnego, b — płomienia zmniejszonego

się już niebezpieczne w użyciu, dlatego można ich używać dopiero po uprzednim stwierdzeniu zwykłą benzynową lampą z płomieniem zabezpieczonym, że zawartość CH_4 nie przekracza 2,5%.

Zwalczanie metanu w kopalniach prowadzi się przez intensywne ich przewietrzanie. W kopalniach gazowych dozwolone jest stosowanie powietrznych materiałów wybuchowych, ale tylko wtedy, gdy lampa bezpieczeństwa nie wykazuje obecności gazu w przodku. Wszystkie urządzenia elektryczne w kopalni gazowej powinny być należycie zabezpieczone przed iskrzeniem; do oświetlenia można używać tylko lamp elektrycznych lub lamp benzynowych z płomieniem zabezpieczonym.

Zawartość gazu w powietrzu wychodzącym z kopalni nie powinna przekraczać 1%.

Przepisy górnicze wymagają przeprowadzania co pewien czas (1 do 4 miesięcy) analiz powietrza z każdego wychodzącego prądu. Najprostszym sposobem brania próbek powietrza w kopalni jest wypełnienie butelki wodą, opróżnienie jej w odpowiednim miejscu i zakorkowanie. Zwykle bierze się próbki do specjalnych pipet (rys. 301) pojemności od paruset cm^3 do 1 l, zakończonych z obu stron rurkami średnicy 1 mm, zamykanymi za pomocą doszlifowanych i posmarowanych kurków lub też rurek gumowych z zaciskami. Pipety wypełnia się wodą destylowaną i przenosi się do wyrobisk w odpowiednich skrzynkach. W miejscu brania próbki otwiera się na początku górny, a następnie dolny kurek; woda powoli wycieka, a na jej miejsce wchodzi powietrze.



Rys. 301. Pipeta do pobierania próbek powietrza

b. Pył węglowy

Najwięcej pyłu w kopalniach tworzy się przy wierceniu otworów strzałowych, wykonywaniu wrębów i odbijaniu węgla, podczas strzelania, łado-

wania i transportowania. Zawartość pyłu zawieszonego w powietrzu dochodzi czasami (w pobliżu wrębiarek i przenośników) do 5 do 7 G/m³ powietrza.

Pyły ciał palnych, a więc i *pył węglowy*, tworzyć mogą z powietrzem *mieszanki wybuchowe*. Dolna granica zawartości pyłu węglowego w powietrzu, przy której możliwy jest wybuch, wynosi w warunkach kopalnianych około 100 G/m³; najsilniejszy wybuch następuje przy zawartości około 400 do 500 G/m³. Ponieważ, jak już wspomniano, największa zawartość zawieszonego w powietrzu pyłu nie przekracza 5 do 7 G/m³, przeto wybuch pyłu jest możliwy tylko wtedy, gdy *osadzony w wyrobisku* (na spodzie, ścianach i obudowie) *pył zostanie uniesiony w powietrze*. Może

to nastąpić np. w chwili strzału lub przy lokalnym wybuchu gazu kopalnianego.

Nie każdy pył węglowy jest jednakowo podatny do zapalenia. W celu stwierdzenia stopnia niebezpieczeństwa oznacza się zawartość pyłu w wyrobisku, a następnie przeprowadza się jego badania w kopalniach doświadczalnych. Taką kopalnią jest na Górnym Śląsku Kopalnia Doświadczalna Barbara w Mikołowie.

Dla zapobieżenia zarówno wybuchom pyłu węglowego, jak i zlokalizowania jego, w przypadku gdyby pomimo zastosowania środków zapobiegawczych wybuch taki nastąpił, stosuje się wodę i pył kamienny. Pył dostatecznie mokry nie wybuchą, przeto przez odpowiednie *zraszanie wodą pyłu węglowego* można uniknąć niebezpieczeństwa wybuchu. Zraszanie należy przeprowadzać możliwie dokładnie, tzn. pułap, ściany i spodek



Rys. 302. Zapory pyłowe w chodniku

wyrobiska powinny być dostatecznie zlane wodą. Podobnie jak woda działa również i *pył kamienny*, jeżeli zostanie on zmieszany z pyłem węglowym lub będzie go pokrywał dostatecznie grubą warstwą. W tym celu ściany wyrobiska pokrywa się (*opyla się*) *pyłem kamiennym*.

Oprócz opylania wyrobisk stosowane są również tzw. *zapory pyłowe*, tj. łatwo wywrotne półki z desek (rys. 302) umieszczone w poprzek chodnika, z nasypanym pyłem kamiennym. W przypadku wybuchu pyłu węglowego lub gazu fala powietrza poprzedzająca płomień wybuchu strąca zapory, uniesiony zaś w powietrze pył kamienny gasi płomień.

c. Ciśnienie, temperatura i wilgotność powietrza kopalnianego

Ciśnienie powietrza mierzy się za pomocą barometru (próżniowego lub rtęciowego). Niektóre przepisy nakładają na kopalnię obowiązek posiadania barografów, czyli barometrów samopiszących, w celu możliwości stwierdzenia każdej chwili przebiegających zmian ciśnienia powietrza. W czasie

bowiem nagłego spadku ciśnienia można się spodziewać wzmożonego wydzielania gazów z otamowanych zrobów, w czasie natomiast gwałtownie przebiegającej zwyczajki ciśnienia istnieje możliwość wznawiania się pożarów w otamowanych polach zaognionych oraz ewentualnego pojawienia się ich przed tamami ogniowymi.

Temperatura powietrza kopalnianego zależy od wielu czynników, jak od wyższego ciśnienia barometrycznego w podziemiach kopalni, temperatury skał, temperatury powietrza na powierzchni, intensywności przewietrzania itp.

Wiadomo, że przy sprężaniu powietrza podnosi się jego temperatura, przy rozprężaniu natomiast obniża się. Dlatego też powietrze, przechodząc z niższego ciśnienia barometrycznego panującego na powierzchni do wyższego w kopalni, będzie miało temperaturę wyższą. Temperatura ta wzrasta o około 3°C na każde 100 m głębokości.

Na głębokości 25 do 30 m od powierzchni panuje stała temperatura skał przez cały rok równa średniej rocznej temperaturze w danej miejscowości (w Krakowie np. temperatura ta wynosi około $8,5^{\circ}\text{C}$). Od tego poziomu temperatura skał wzrasta z głębokością, przy czym liczba metrów głębokości odpowiadająca wzrostowi temperatury o 1°C nosi nazwę *stopnia geotermicznego*. Wielkość stopnia geotermicznego wynosi średnio w obszarach węglowych 30 do 35 m, w obszarach rudnych 40 do 45 m.

Wchodzące do kopalni powietrze (zależnie od jego temperatury) ochładza się lub ogrzewa przy zetknięciu ze skałami, przy czym przy dużej głębokości szybu temperatura powietrza w podszybiu jest mniej więcej stała przez cały rok i niezależna od temperatury powietrza wchodzącego. Jest ona nieco niższa od temperatury skał. W przecznicy i w chodnikach poziomych temperatura powietrza stopniowo zbliża się do temperatury skał, osiąga zwykle najwyższą temperaturę w przodkach, a następnie nieco obniża się w szybie wydechowym.

Im większa ilość powietrza płynie przez kopalnię i im większą prędkość ma ono w wyrobiskach, tym niższa jest temperatura w podziemiu.

Spośród innych przyczyn podwyższenia temperatury powietrza w kopalni najważniejsze są: utlenianie węgla, gnicie drewna, rozkład niektórych minerałów (np. piritów), dopływ ciepłych wód, obecność ludzi, praca maszyn, obecność przewodów parowych i elektrycznych, transformatorów itd.

Walka z wysoką temperaturą w kopalniach jest trudna i kosztowna, co uniemożliwia prowadzenie robót na bardzo dużej głębokości. Praktyczna granica głębokości, przy której opłaca się obecnie eksploatacja bez sztucznego chłodzenia, wynosi około 1000 do 1200 m; rudy w niektórych przypadkach eksploatuje się nawet na głębokości powyżej 2000 m.

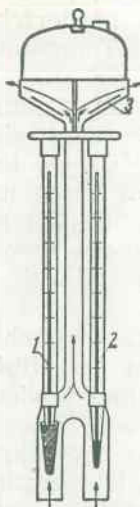
W niektórych kopalniach w czasie silnych mrozów stosuje się *ogrzewanie powietrza* wchodzącego do szybu wdechowego, jeżeli jest on równocześnie wyciągowym, aby uniknąć pokrywania się lodem prowadników, belek i drabin oraz aby polepszyć warunki pracy w podszybiu. W tym celu instaluje się kaloryfery.

Wilgotność powietrza jest określeniem zawartości pary wodnej w powietrzu. Największa ilość pary wodnej, jaka może się znajdować w powietrzu, odpowiada przypadkowi, kiedy powietrze jest nasycone parą. Mówi się wtedy, że wilgotność powietrza wynosi 100%. Zawartość pary wodnej w powietrzu o wilgotności 100% zależy od temperatury i jest większa przy temperaturach wyższych.

Zależnie od stopnia wilgotności wyróżnia się:
 powietrze bardzo suche o wilgotności poniżej 40%,
 powietrze suche o wilgotności 40 do 60%,
 powietrze normalne o wilgotności 60 do 80%,
 powietrze wilgotne o wilgotności 80 do 100%.

Wilgotność powietrza w kopalni jest zwykle wysoka i wynosi 90 do 100%. Powietrze wilgotne, a zwłaszcza w temperaturze podwyższonej, wpływa niekorzystnie na samopoczucie i zdrowie pracującego człowieka.

Wilgotność oznacza się za pomocą *higrometrów* lub *psychrometrów*; te ostatnie są dogodniejsze dla warunków kopalnianych. Psychrometr składa się z dwóch termometrów — suchego i wilgotnego (bańka owinięta jest szmatką zwilżoną wodą). Wskutek parowania wody termometr wilgotny wskazuje tym niższą temperaturę, im bardziej suche jest powietrze. Dla ułatwienia parowania wody stosuje się *psychroaspiratory* (rys. 303), czyli psychrometry, w których wytwarza się prąd powietrza za pomocą małego wentylatora 3. Wilgotność określa się na podstawie odczytów obu termometrów (wilgotnego 1 i suchego 2), posługując się specjalnymi tabelami, dołączonymi do przyrządów.



Rys. 303. Psychroaspirator do pomiaru wilgotności powietrza

d. Ciepłne warunki pracy

Przy wykonywaniu pracy organizm ludzki wydziela pewną ilość ciepła, które musi być oddane otoczeniu, aby organizm utrzymać w równowadze i zdolności do pracy. Innymi słowami ciało ludzkie musi być chłodzone przez otoczenie, gdyż w przeciwnym przypadku temperatura człowieka ustawicznie by się podnosiła i po osiągnięciu pewnej granicy człowiek byłby niezdolny do jakiegokolwiek wysiłku.

To odprowadzanie ciepła i działanie chłodzące zależy nie tylko od temperatury powietrza, lecz również od jego wilgotności i prędkości ruchu. Przy pewnej kombinacji tych trzech czynników człowiek zachowuje swoją pełną zdolność do pracy; warunki takie nazywa się *komfortem pracy*. Gdy wytwarzane przez organizm ciepło nie jest należycie odprowadzane, jak i wtedy gdy otoczenie działa nadmiernie chłodząco, dobre samopoczucie zostaje naruszone i wydajność pracy spada.

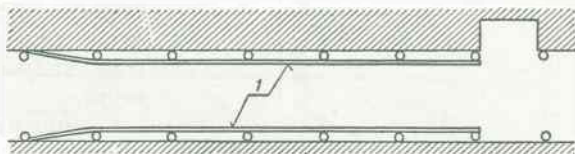
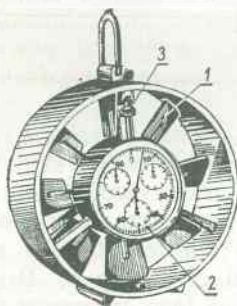
W wielu przypadkach ciepłne warunki pracy w kopalniach nie są korzystne. W przodkach bardzo często panuje wysoka temperatura i wilgotność, a jednocześnie prędkość powietrza jest bardzo mała, wskutek czego jest tam za gorąco. Przeciwnie w podszybiu i w przecznicy może być temperatura niska, zwłaszcza w zimie, prędkość zaś powietrza duża, co wywołuje nadmierne chłodzenie i odczuwanie zimna. Te niekorzystne warunki można usunąć przez dobrze pomyślaną i należyście wykonaną wentylację kopalni.

e. Prędkość powietrza

Prędkość powietrza w wyrobiskach nie powinna przekraczać pewnych wartości ze względu na gaszenie lamp, możliwość wyrzucenia płomienia

lampy poza siatki i zapalenie metanu, ujemny wpływ na zdrowie ludzkie wskutek nadmiernego chłodzenia oraz ze względu na duże opory ruchu powietrza, które występują przy zbytnej prędkości. Według przepisów górniczych prędkość powietrza nie powinna być większa od 4 m/sek w wyrobiskach wybierkowych, 8 m/sek w przecznicach, chodnikach głównych i szbach zjazdowych oraz 12 m/sek w szbach wydobywczych.

Prędkość powietrza w kopalniach mierzy się przeważnie za pomocą anemometrów skrzydełkowych (rys. 304). Zasadniczą częścią tych przyrządów jest wiatraczek 1 obracany prądem powietrza i zaopatrzony w licznik 2. Uruchamia i zatrzymuje się licznik za pomocą odpowiedniej dźwigni 3. Dla określenia prędkości należy odczyt na liczniku (w metrach) podzielić przez czas trwania pomiaru oraz wprowadzić (dodać lub odjąć) pewną poprawkę podaną na wykresie załączonym do każdego anemometru.



Rys. 304 (z lewej). Anemometr skrzydełkowy do pomiaru prędkości powietrza

Rys. 305 (z prawej). Stacja pomiarowa powietrza w kopalni

Zwykle pomiary prędkości powietrza przeprowadza się przez powolne przesuwanie anemometru, trzymanego w ręce lub osadzonego na kij długości 1 m, po całym przekroju wyrobiska. Pomiar prędkości trwa 2 do 3 min lub więcej. Przy pomiarze obserwator stoi z boku wyrobiska. Do pomiarów prędkości wybiera się proste części chodników o regularnym przekroju i możliwie gładkich ścianach. W punktach, gdzie regularnie co pewien czas prowadzone są pomiary, urządza się stacje pomiarowe (rys. 305). Obija się je deskami na długość 4 do 6 m, przy czym deskowanie 1 musi ściśle przylegać do ścian i pułapu wyrobiska, by całość prądu płynęła przez stację.

Znając prędkość powietrza oraz przekrój poprzeczny wyrobiska można łatwo (przez zwykłe przemnożenie) obliczyć ilość powietrza, jaka płynie w danym wyrobisku w jednostce czasu. Tak np. jeżeli prędkość powietrza wynosi 2 m/sek, a przekrój wyrobiska 5 m^2 , to ilość płynącego powietrza $2 \cdot 5 = 10 \text{ m}^3/\text{sek}$, czyli $600 \text{ m}^3/\text{min}$.

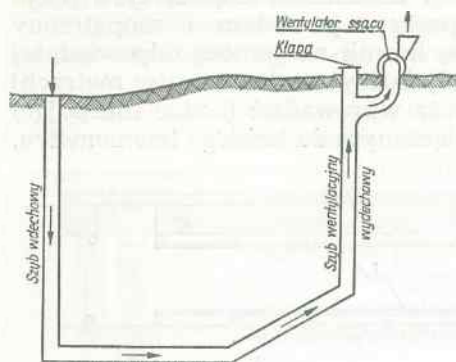
32. Doprowadzanie powietrza do kopalni

Ilość doprowadzanego do kopalni powietrza powinna być taka, ażeby we wszystkich dostępnych dla ludzi wyrobiskach skład i temperatura powietrza były w miarę możliwości zbliżone do normalnych warunków atmosferycznych i ażeby zawartość tlenu, dwutlenku węgla, metanu oraz innych gazów odpowiadały wymaganiom przepisów górniczych.

Przepisy górnicze stawiają poza tym wymagania, ażeby ilość powietrza nie była mniejsza od pewnej dopuszczalnej normy, przyjętej na jednego człowieka najliczniejszej obsady. Najmniejsze wymagane ilości po-

wietrza w miejscu pracy na jednego człowieka wynoszą dla kopalń niegazowych co najmniej $2 \text{ m}^3/\text{min}$, dla kopalń zaś gazowych co najmniej $3 \text{ m}^3/\text{min}$. Licząc się ze stratami powietrza w czasie jego ruchu przez kopalnię przyjąć należy, że wentylator powinien być przewidziany na dostarczenie przynajmniej dwa razy większej ilości powietrza.

Powietrze musi stale przepływać przez wszystkie wyrobiska, gdzie odbywa się ruch i praca. Dla umożliwienia takiego ciągłego ruchu i stałej



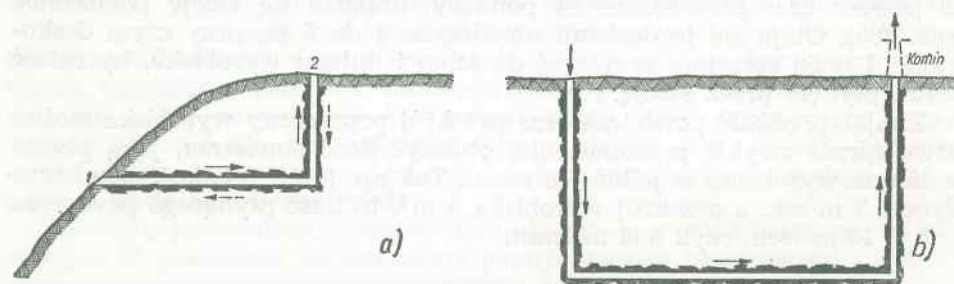
Rys. 306. Schemat przepływu powietrza przez kopalnię

wymiany powietrza zużytego na świeże kopalnia musi mieć co najmniej dwa połączenia z powierzchnią ziemi (rys. 306). Przez jedno powietrze świeże wchodzi do kopalni, przez drugie wychodzi zużyte. Szyb, przez który powietrze świeże wchodzi do kopalni, nosi nazwę *wdechowego*; szyb, przez który wychodzi powietrze zużyte, nazywa się *wydechowym*.

Samo już połączenie kopalni z powierzchnią za pomocą dwóch szybów lub innych wyrobisk wywołuje naturalny przewiew powietrza. Takie naturalne przewietrzanie stosuje się tylko w kopalniach małych. Ruch

powietrza odbywa się tu głównie pod wpływem różnej jego temperatury w szybie wdechowym i wydechowym; drugim ważnym czynnikiem jest różnica wysokości poziomów wlotu i wylotu powietrza.

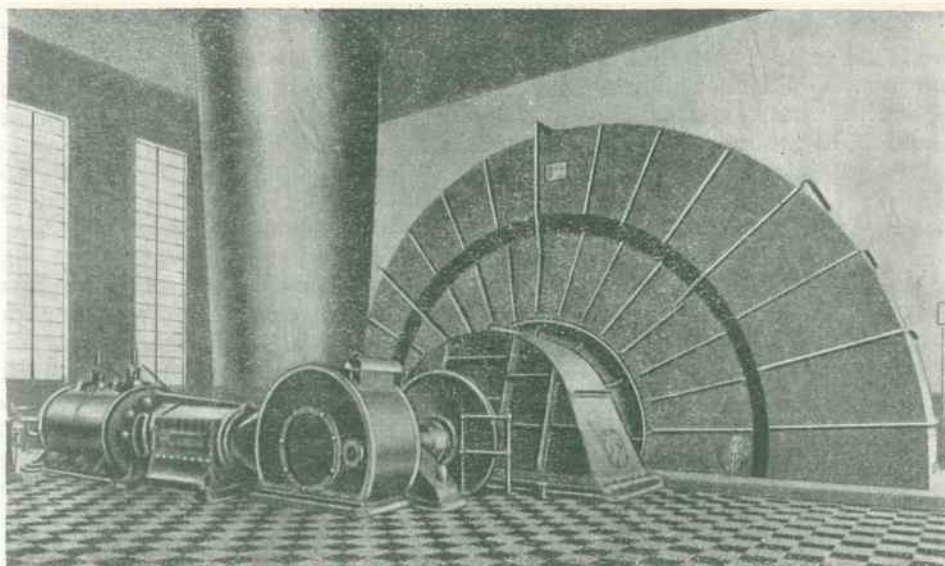
Jeżeli kopalnia połączona jest z powierzchnią ziemi za pomocą dwóch wyrobisk mających wyloty na różnych poziomach, np. za pomocą sztolni 1 i szybu 2 (rys. 307 a), to w ziemie wskutek ciepła skał wchodzące powietrze ogrzewa się i jako lżejsze od powietrza zewnętrznego wychodzi na zewnątrz przez szyb, wciągając przez sztolnię świeże zimne powietrze.



Rys. 307. Przewietrzanie naturalne kopalni za pomocą
a — sztolni i szybu, b — dwóch szybów

W gorące dni letnie można obserwować odwrotne zjawisko: powietrze zewnętrzne wchodzi szybem i po ochłodzeniu w kopalni wychodzi sztolnią.

Jeżeli wyloty obu wyrobisk (szybów) znajdują się na jednym poziomie (rys. 307 b), to raz zapoczątkowany ruch powietrza w określonym kierunku będzie trwał nadal pod wpływem czynników naturalnych. Im niższą temperaturę ma prąd wlotowy powietrza i im głębsza jest kopalnia, tym większą różnicę temperatur będzie miało powietrze w szybach wy-



Rys. 308. Wentylator kopalniany

dechowych i wdechowym, a zatem tym silniejszy będzie przewiew naturalny. Z tego właśnie powodu w zimie przewietrzanie naturalne jest silniejsze aniżeli w lecie, a w kopalniach głębokich silniejsze aniżeli w płytkich.

W kopalniach większych, gdzie wymagane jest dostarczanie dużych ilości powietrza, przewietrzanie naturalne jest niewystarczające. W czasach dawniejszych dla polepszenia przewietrzania naturalnego budowano bądź to *kominy wentylacyjne* (rys. 307 b), bądź też *piece wentylacyjne* naziemne lub podziemne.

Obecnie sztuczne przewietrzanie wykonuje się za pomocą *wentylatorów kopalnianych* (rys. 308), które albo ssą powietrze z szybu wydechowego (rys. 306), albo też tłoczą go do wdechowego. Stosownie do tego można mieć *przewietrzanie ssące* lub *tłoczące*. W większości przypadków stosuje się przewietrzanie ssące, a więc najczęściej szyb wydechowy jest *szybem wentylacyjnym*. Dla umożliwienia ruchu klatek w szybie wentylacyjnym ustawia się wentylator nie na samym szybie, lecz obok niego (patrz rys. 306), i łączy się z szybem kanałem wentylacyjnym. Szyb w tym przypadku zamyka się klapą samoczynnie otwieraną i zamykaną przez poruszające się klatki.

Żeby wentylator mógł ssąć lub tłoczyć powietrze, musi on wytwarzać różnicę ciśnień za i przed sobą. Tę różnicę ciśnień nazywa się *depresją wentylatora*; zmierzyć ją można za pomocą zwykłego *manometru wodnego*, tzn. rurki szklanej zgiętej w kształt litery U (rysunek 309). Współczesne wentylatory kopalniane wytwarzają depresję do 500 mm sł. wody, najczęściej jednak stosowana jest depresja około 100 do 200 mm sł. wody.

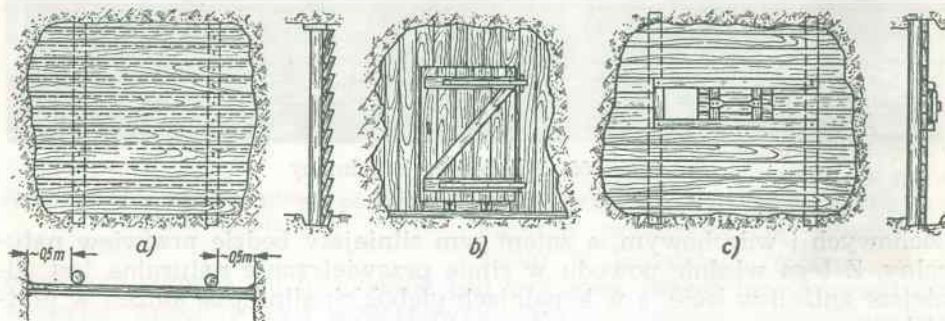


Rys. 309. Manometr wodny do pomiaru depresji wentylatora

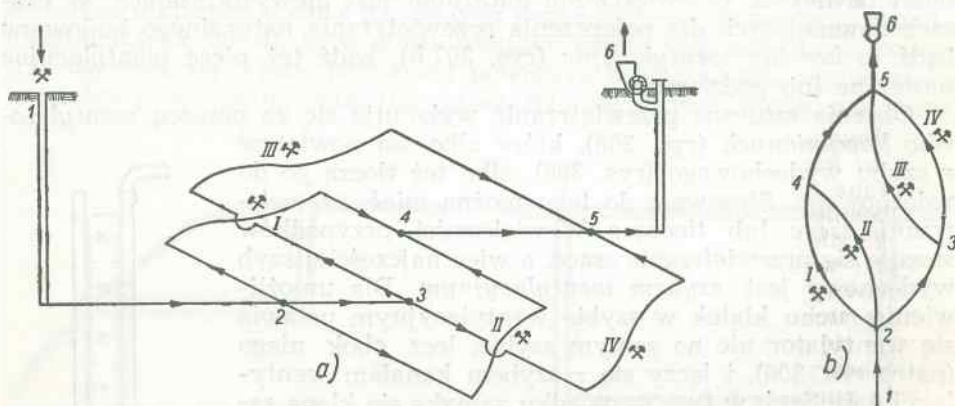
Ilość ssanego przez wentylator powietrza, czyli jego wydajność, zależy zarówno od depresji, jak i od oporu, jaki stawia kopalnia ruchowi powietrza. Wydajność bardzo dużych wentylatorów dochodzi nawet do 50 000 m³/min; najczęściej stosowane u nas wentylatory mają wydajność około 5000 m³/min.

33. Rozprowadzenie powietrza w kopalni

Powietrze ogrzane w kopalni zmniejsza swój ciężar właściwy i zdąża do góry, dlatego należy powietrze świeże doprowadzić najkrótszą drogą (szybem wdechowym) do najgłębszego poziomu kopalni, skąd prąd powietrza na swej dalszej drodze ma kierunek stale się wznoszący. Taki sposób przewietrzania nazywa się *przewietrzaniem prądem wznoszącym*.



Rys. 310. Tamy wentylacyjne
a — глухая, b — z drzwiami, c — z oknem



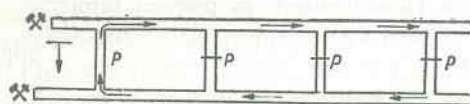
Rys. 311. Schematy rozprowadzenia powietrza w kopalni
a — schemat przestrzenny, b — schemat uproszczony (kanoniczny)

W większości przypadków sposób ten jest najkorzystniejszy, gdyż wykorzystuje się tu najlepiej ciąg naturalny powietrza, a zarazem najłatwiej usuwa się z kopalni lekkie gazy (np. metan), co ma duże znaczenie zwłaszcza w kopalniach gazowych.

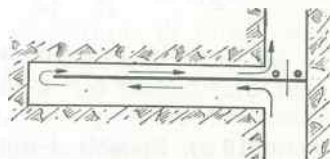
Wchodzące do kopalni powietrze dążyć będzie do szybu wydechowego najkrótszą drogą z pominięciem dalej położonych miejsc pracy. Ażeby należycie rozprowadzić je po całej kopalni, stosuje się przede wszystkim *tamy wentylacyjne* mające na celu niedopuszczenie powietrza do wyro-

bisk, w których nie powinno ono płynąć. Tamy wentylacyjne wykonuje się z muru, drewna lub nawet płótna. Najczęściej stosuje się drewniane *tamy głuche* (rys. 310 a), które w celu uszczelnienia oblepia się gliną i pokrywa wapnem. Jeżeli tama umieszczona jest w chodniku, w którym odbywa się ruch wozów i ludzi, to buduje się ją z *drzwiami wentylacyjnymi* (rys. 310 b). Drzwi w tamach murowanych są bardzo często stalowe, w tamach drewnianych — z desek. Jeżeli przez wyrobisko ma płynąć zmniejszona ilość powietrza, wykonuje się w tamie *okno wentylacyjne* (rys. 310 c). Wielkość otworu okna, a więc i ilości przepływającego powietrza, można regulować za pomocą zasuwy. Tamę taką nazywa się *tamą regulacyjną*.

Powietrze nie powinno płynąć przez wszystkie przodki w kopalni jednym tylko prądem, gdyż robotnicy pracujący najdalej otrzymywaliby powietrze najbardziej zanieczyszczone, w przypadku zaś wybuchu lub pożaru cała kopalnia byłaby bezpośrednio zagrożona. Dla uniknięcia tego prąd powietrza w kopalni dzieli się na większą liczbę *prądów niezależnych*, tworząc mniej lub więcej skomplikowany *system rozgałęziony* (rys. 311). Przepisy górnicze zabraniają zatrudniać w niezależnym prądzie powietrza powyżej 130 ludzi w kopalniach niegazowych i powyżej 100 ludzi w gazowych.

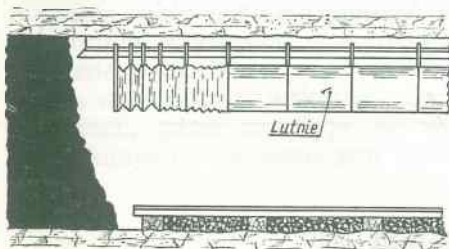


Rys. 312. Przewietrzanie przodków chodnikowych



Rys. 313. Przegroda wentylacyjna do przewietrzania przodku chodnikowego

Doprowadzenie powietrza do przodków zależy od systemu wybierania. Przy systemach ścianowych (patrz rys. 194) przewietrzanie przodków jest zwykle bardzo dobre, przy systemach natomiast filarów-zabierkowych (patrz rys. 254) bywa znacznie gorsze, przy czym niekiedy odbywa się



Rys. 314. Lutnie wentylacyjne z płótna

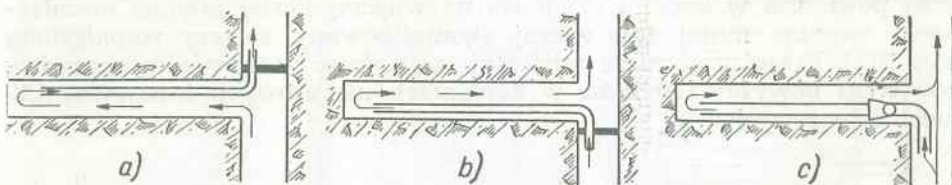


Rys. 315. Wentylatorek lutniowy

wyłącznie tylko przez dyfuzję. Trudności doprowadzenia powietrza do przodku istnieją również przy drażeniu pojedynczych przecznicy, chodników i pochylni, w chodnikach zaś podwójnych nie ma tych trudności.

Przy drażeniu *chodników podwójnych* (rys. 312) odległych od siebie 10 do 20 m, jeden z nich (zwykle dolny) służy do doprowadzenia powietrza świeżego, drugi do odprowadzenia zużytego. Dla umożliwienia przepływu powietrza z jednego chodnika do drugiego przebija się między nimi co 30 do 40 m przecinki P, przy czym tylko ostatnia z nich, najbliższa przodku jest otwarta, inne zaś są zamknięte tamami.

Przy drażeniu *chodników pojedynczych* trzeba uciec się do środków pomocniczych, jak przegrody, lutnie wentylacyjne, wentylatory lutniowe itd. *Przegrody* (rys. 313) wykonuje się z muru, desek, a nawet (przy niedużych długościach) z płótna. Prąd powietrza zmuszony jest ominąć przegrodę, a tym samym przepłynąć w pobliżu przodku. *Lutnie wentylacyjne* są to rury średnicy 300 do 600 mm, wykonane z blachy (najczęściej), desek, sklejki lub płótna impregnowanego (rys. 314), zwykle zawieszane na obudowie. Mogą one działać ssąco (rys. 316 a) lub tłocząco



Rys. 316. Przewietrzanie przodków chodnikowych za pomocą lutni
a — ssące, b — tłoczące, c — tłoczące, przy użyciu wentylatora

(rys. 316 b). Sposób drugi stosuje się częściej, gdyż wskutek dmuchania powietrza przewietrzanie przodku jest energiczniejsze. Dla zwiększenia ilości powietrza doprowadzanego przez lutnię do przodku stosuje się najczęściej lutnie z wentylatorami (rys. 315 i 316 c).



Rozdział XIV

POŻARY PODZIEMNE

Przyczyną powstawania pożarów podziemnych może być: nieostrożne obchodzenie się z ogniem, wybuchy gazu kopalnianego i pyłu węglowego, zwarcia w sieci elektrycznej, podpalenie, najczęściej jednak samozapalenie węgla lub pirytów.

34. Powstawanie pożarów

Proces samozapalenia węgla polega na jego *utlenianiu*. W miarę podnoszenia się temperatury następuje odgazowanie węgla, wydzielają się węglowodory oraz dwutlenek węgla i tlenek węgla. Po osiągnięciu pewnej temperatury (około 350 °C) następuje przejście procesu utleniania *w palenie*. Nadmienić tu należy, że pożar wskutek samozapalenia nie powstaje w nienaruszonej caliznie węglowej, lecz tylko tam, gdzie jest większe nagromadzenie pyłu lub miazgi węglowej, czyli gdzie istnieje bardzo duża powierzchnia ziarn wystawiona na utlenianie.

Pierwszymi oznakami powstającego pożaru są: podwyższona temperatura w wyrobisku, wydzielanie dwutlenku węgla i pary wodnej. W miarę dalszego rozwoju samozapalenia węgla wydziela się tlenek węgla i węglowodory, których charakterystyczny zapach, przypominający zapach nafty, jest wyraźną oznaką początku pożaru. W dalszym stadium rozwoju następuje palenie się węgla, któremu towarzyszy wydzielanie się dymów o coraz ciemniejszym zabarwieniu w miarę powiększania się pożaru.

Dymy pożarowe zawierają w swym składzie między innymi również i gazy palne oraz sadzę. Po zmieszaniu z powietrzem i zetknięciu z płomieniem może nastąpić *wybuch gazów pożarowych*. Dlatego też przepisy zabraniają używania w kopalniach lamp o płomieniu nie osłoniętym w czasie pożarów.

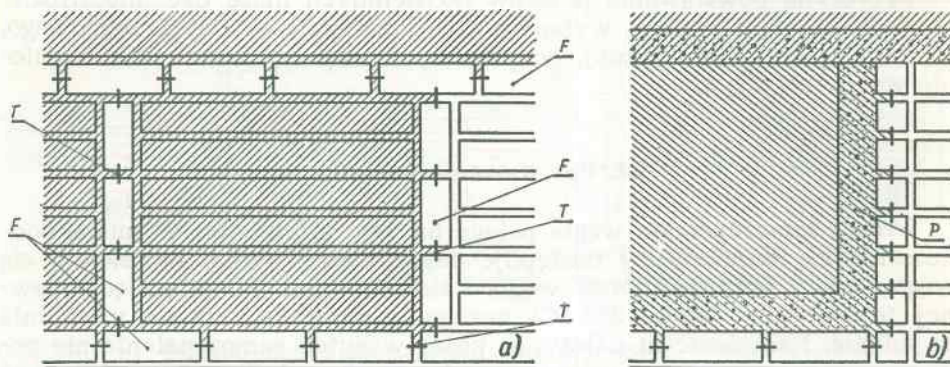
Na ogół pożary wskutek samozapalenia się powstają w zrobach, wyrobiskach, gdzie znajduje się większa ilość rozdrobionego węgla, oraz w spekanych i zgniecionych caliznach węglowych.

35. Zapobieganie pożarom

Dla uniknięcia *pożarów w zrobach* należy stosować takie systemy wybierania, przy których można uniknąć pozostawiania węgla w wybranej przestrzeni (np. system ścianowy). Jest to jednym z powodów, że pożary w pokładach cienkich są zjawiskiem znacznie rzadszym aniżeli w pokła-

dach, przy których wybieraniu pozostają w zrobach duże ilości węgla. Gdy pozostawienie węgla w zrobach jest nieuniknione, zapobiega się pożarom przez niedopuszczanie do przepływu powietrza przez zrobry oraz przez izolowanie wyeksploatowanych pól za pomocą nie wybranych *filarów przeciwpożarowych F* i *tam T*, zbudowanych we wszystkich wyrobiskach mających połączenie ze zrobami (rys. 317 a). Filary przeciwpożarowe z biegiem czasu mogą być rozgniecione i stać się same ogniskiem pożaru. Dlatego też korzystniej jest zamiast filarów przeciwpożarowych stosować pasy *P* z podsadzki płynnej (rys. 317 b) lub jeszcze lepiej prowadzić wybieranie z podsadzką.

Dla uniknięcia pożarów w miejscach nagromadzenia drobnego węgla w wyrobiskach dąży się do zmniejszenia w nich ciśnienia górotworu (np. przez zmniejszanie wymiarów chodników) oraz usuwa się odpadający z pułapu i ociosów węgiel przez oczyszczanie i przebudowę chodników.



Rys. 317. Izolowanie wybranych pól filarami przeciwpożarowymi oraz
a — tamami, b — pasami podsadzki płynnej

Pożary mialu węglowego zdarzają się nie tylko w wyrobiskach podziemnych, lecz również i na powierzchni na zwalach. W celu zapobieżenia tym pożarom należy składować węgiel w zwalach o małej wysokości, pokrywając je ewentualnie zaprawą dla niedopuszczenia powietrza do ich wnętrza.

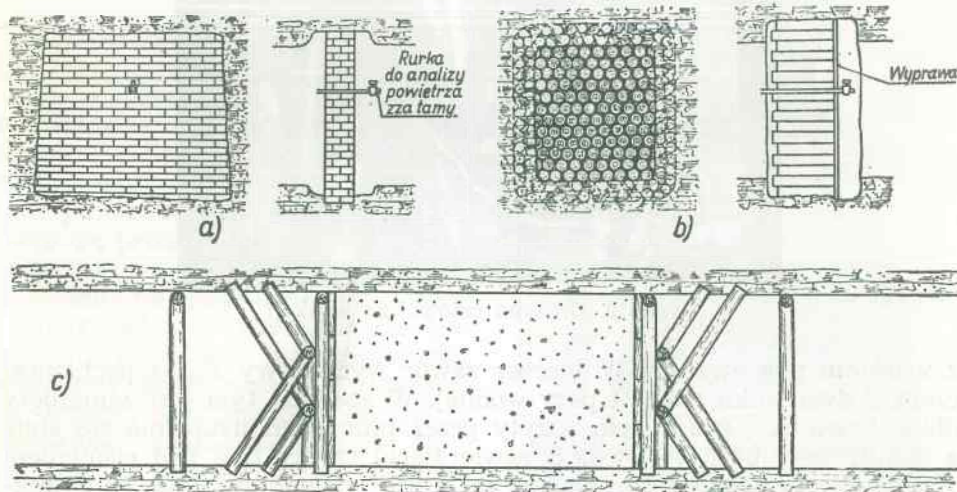
W szczelinach węglowych wypełnionych pyłem i miałem można uniknąć pożarów przez izolowanie tych szczelin i niedopuszczanie do nich powietrza. Izoluje się przez pokrywanie boków wyrobisk zaprawą cementową lub wapienną, gliną albo przez wykonanie w wyrobisku obudowy murowej lub betonowej. Bardzo dobrym sposobem jest zamulanie (wodą z drobnym piaskiem bądź łem) lub cementowanie szczelin. Przeprowadza się to przez wtłaczanie do nich mułu lub mleka cementowego za pomocą specjalnie wykonanych otworów wiertniczych.

36. Gaszenie pożarów

Jeżeli dojście do miejsca pożaru jest możliwe, jak to bywa np. w początkowym jego okresie, dąży się do *wybrania zagrzanego* lub nawet rozżarzonego węgla, polewając go w miarę możliwości wodą. Należy przy tym pamiętać, że przy polewaniu wodą rozżarzonego węgla wytwarza się duża ilość pary, która może oparzyć ludzi lub wysadzić tamy, gdy wodę wlewa

się do zamkniętej przestrzeni. Poza tym może wytworzyć się gaz wodny, który z powietrzem daje mieszaninę wybuchową. Samo tylko zalanie rozżarzonego węgla wodą lub wtłaczanie jej pod ciśnieniem do zaognionej calizny bez wybrania węgla nie jest skuteczne, gdyż pożar wznowia się już po krótkim czasie. O wiele skuteczniejszy jest sposób gaszenia pożaru przez *zamulanie* lub *cementowanie szczelin* bądź przez wypełnienie objętego pożarem wyrobiska *podszadzką płynną*. Wtedy woda ochładza węgiel, piasek zaś izoluje ognisko nie dopuszczając do niego powietrza.

Gdy dojście do miejsca pożaru jest niemożliwe ze względu na jego położenie (np. zroby) lub duży rozwój, stosuje się izolowanie objętej pożarem części kopalni za pomocą *tam pożarowych* i stłumienie ognia przez odcięcie dopływu powietrza. Sposób ten, jak i użycie podszadzki płynnej, należy do najbardziej pewnych i skutecznych sposobów gaszenia pożarów



Rys. 318. Tamy pożarowe
a — murowa, b — kłocowa, c — podszadzkowa

podziemnych. Toteż w kopalniach, gdzie pożary są częste, powinny być z góry przygotowane w poszczególnych polach pożarowe tamy izolacyjne, które mogą być zamknięte w każdej chwili.

Tamy buduje się jak najbliżej ognia, jednak w miejscach, gdzie calizna jest zdrowa, nie spękana oraz gdzie w pobliżu istnieje prąd świeżego powietrza. Najpierw stawia się tamy pomocnicze z desek lub waty szklanej w celu jak najszybszego przerwania dostępu powietrza do ognia. Następnie wykonuje się ostateczne tamy pożarowe murowe (rys. 318 a), kłocowe (rys. 318 b) lub korki podszadzkowe (rys. 318 c).

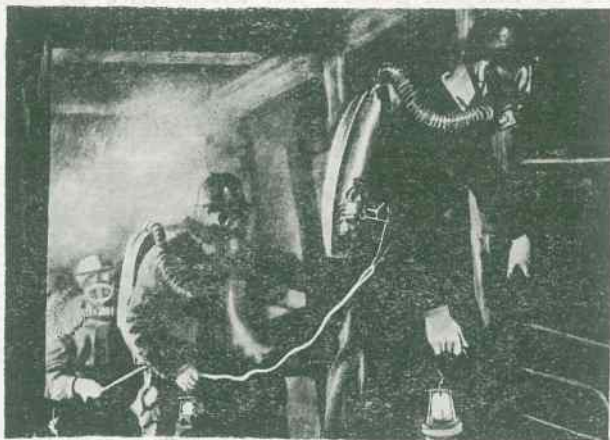
Zamykanie tamami przestrzeni objętej pożarem rozpoczyna się od strony dopływu świeżego powietrza, kończy zaś od strony wylotu gazów.

37. Akcja ratownicza

W czasie prowadzenia akcji przeciwpożarowej załoga kopalni, oprócz ludzi biorących udział w akcji, powinna być usunięta z miejsc zagrożonych. W pogotowiu natomiast musi być *drużyna ratownicza* zaopatrzona

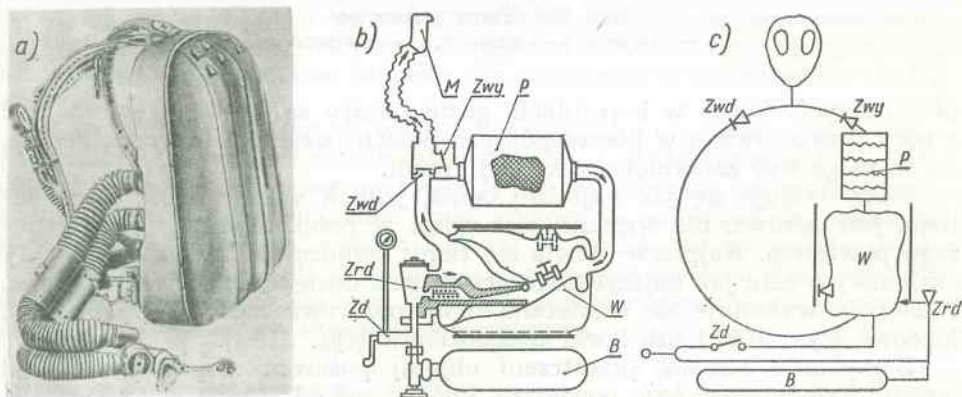
w aparaty oddechowe umożliwiające przebywanie i wykonywanie pracy w atmosferze zadymionej lub zagazowanej (rys. 319). W każdej kopalni musi być taka drużyna stale szkolona. Poza tym kopalnia obowiązana jest mieć odpowiednią liczbę aparatów oddechowych, lamp elektrycznych i wskaźnikowych itd.

Konstrukcji aparatów oddechowych jest wiele, a z nich największe zastosowanie mają aparaty tlenowe (rys. 320) składające się ze szczelnej maski M połączonej węzami gumowymi przez zawór wdechowy Z_{wd}



Rys. 319. Drużyna ratownicza w akcji

z workiem powietrznym W i przez zawór wydechowy Z_{wy} z pochłaniaczem P dwutlenku węgla i pary wodnej. W aparacie tym jest zamknięty obieg powietrza, przy czym zużyty przez płuca tlen uzupełnia się stale z dwulitrowej butli stalowej B zawierającej czysty tlen pod ciśnieniem 150 at, który dostaje się do worka powietrznego przez zawór reduk-



Rys. 320. Tlenowy aparat oddechowy
a — widok, b — rysunek, c — schemat

cyjny Z_{rd} . Oprócz tego w chwilach cięższej pracy i większego zapotrzebowania tlenu można doprowadzić dodatkową jego ilość za pomocą zaworu dodatkowego Z_d . Zapas tlenu umożliwia przebywanie w takich aparatach w atmosferze zagazowanej przez dwie godziny.

Aparaty oddechowe przechowuje się w kopalnianej stacji ratowniczej i utrzymuje się je w stałej sprawności. W razie powstania pożaru w kopalni lub wybuchu gazu czy też pyłu zadaniem załogi ratowniczej jest:

1. ratowanie zatrutych gazami, rannych lub oparzonych oraz wynoszenie martwych,
2. doprowadzenie do porządku przewietrzania wyrobisk,
3. wykonywanie innych niezbędnych prac w miejscach zadymionych lub zagazowanych.

Dla umożliwienia wyjścia z kopalni w razie powstania pożaru załogę kopalnianą zaopatruje się w aparaty ucieczkowe (rys. 321), które pozwalają na przebywanie w atmosferze zagazowanej w ciągu pół godziny.

38. Otwieranie otamowanych pól

Po otamowaniu pola zaognionego wszystkie tamy muszą być stale kontrolowane. Sprawdza się ich szczelność, mierzy się ciśnienie i temperaturę powietrza za tamami oraz pobiera się próbki gazów spoza tam do analizy chemicznej.

Jeżeli na podstawie obserwacji i analiz zostanie stwierdzone, że otamowany pożar jest już dostatecznie stłumiony (mała depresja naturalna za tamami, brak tlenu węgla, duża zawartość dwutlenku węgla itp.), przystępuje się do otwierania tam, licząc się zawsze z koniecznością w każdej chwili ponownego zamknięcia pola. Otwieranie pól rozpoczyna się od tamy górnej (wyjściowej dla gazów), następnie otwiera się tamę dolną (wejściową). Po otworzeniu obu tam przewietrza się otamowaną przestrzeń silnym prądem powietrza, a następnie wchodzi najkrótszą drogą do ogniska pożaru, zlewa się je obficie wodą i przystępuje do możliwie szybkiego wybrania zagranego węgla.



Rys. 321. Górnik w aparacie ucieczkowym (tzw. pochłaniaczu ochronnym górniczym)

Rozdział XV

ODWADNIANIE WYROBISK

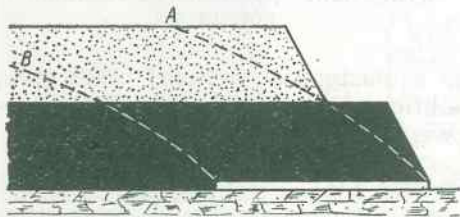
Woda znajdująca się w skałach skorupy ziemskiej, pochodząca z opadów atmosferycznych, zbiorników wód na powierzchni oraz przedostająca się z głębi ziemi, dąży wszelkimi porami i szczelinami do górniczych wyrobisk kopalnianych.

39. Odwadnianie w kopalniach odkrywkowych

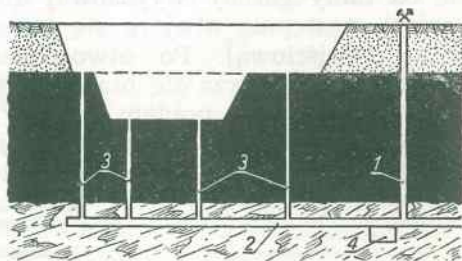
W kopalniach odkrywkowych stokowych wody spływające po stoku w kierunku wyrobiska ujmuje się za pomocą rowów odwadniających i odprowadza ją poza obręb wyrobiska. W niektórych przypadkach urządza się *sztolnie odwadniające*.

W kopalniach odkrywkowych wglębnych wodę odprowadza się rowami do najniższego punktu wyrobiska, gdzie urządza się zbiornik. Nad zbiornikiem ustawia się pompę odśrodkową, która tłoczy wodę rurociągiem do rowu na powierzchni ziemi.

W kopalniach węgla brunatnych zalegających pod silnie wodonośnym piaskiem lub glinami piaszczystymi eksploatacja bez uprzedniego osuszenia nadkładu jest częstokroć niemożliwa. Wtedy do odwodnienia nadkładu stosuje się *otwory wiertnicze*, do których wstawia się



Rys. 322. Odwadnianie złoża sztolnią



Rys. 323. Odwadnianie złoża szybem, chodnikiem i otworami wiertniczymi

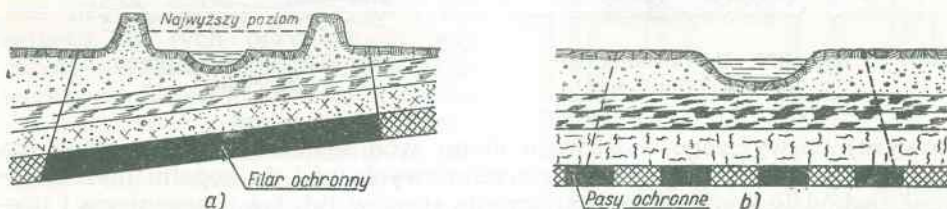
perforowane rury (filtry), z których pompuje się wodę. Innym sposobem odwadniania jest założenie w złożu szeregu sztolni (rys. 322), dzięki którym złożo i nadkład mogą być odwodnione na dość dużej powierzchni (np. od linii A do B). W gorszych warunkach zachodzi niekiedy potrzeba wykonania szybu 1 (rys. 323) aż do nieprzepuszczalnych warstw pod złożem kopaliny użytecznej, dalej wykonania chodnika 2 nachylone-

go w stronę szybu i w końcu wiercenia szeregu otworów 3. Wtedy woda przez cały czas spływa ze złoża do chodnika i dostaje się do zbiornika 4, skąd pompą i rurociągiem w szybie jest wydalana na powierzchnię.

40. Odwadnianie w kopalniach podziemnych

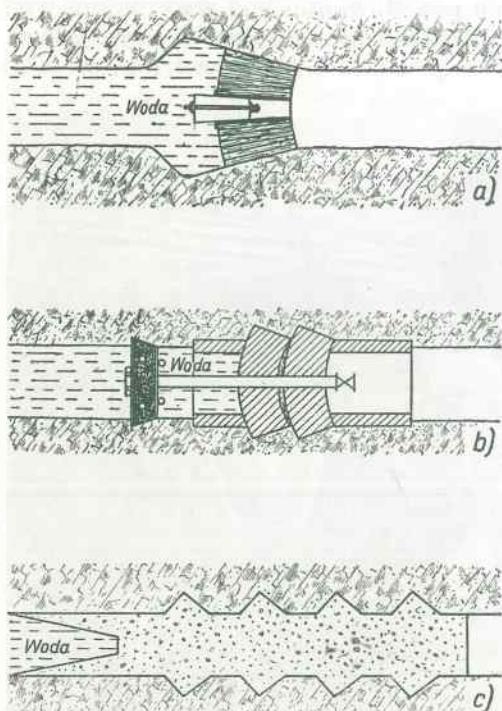
Woda dostaje się do kopalni podziemnej przez szczeliny lub pory skał wodonośnych. Zgłębienie szybów i wykonanie przecznicy oraz innych wyrobisk, które przecinają różne pokłady wodonośne, przyczynia się do zwiększenia dopływu wody do kopalni. Zwiększa się on w miarę wybierania złoża, zwłaszcza na zawal, a to wskutek pęknięcia skał stropowych.

W naszych kopalniach węgla kamiennego dopływ wody waha się od 0,3 do 23 m³/min; daje to łącznie na dobę około 800 000 m³ wody. Ilość ta wystarczyłaby do zaopatrzenia w wodę trzeciej części ludności Polski. Zwalczanie tak dużego dopływu wody wymaga odpowiednich urządzeń



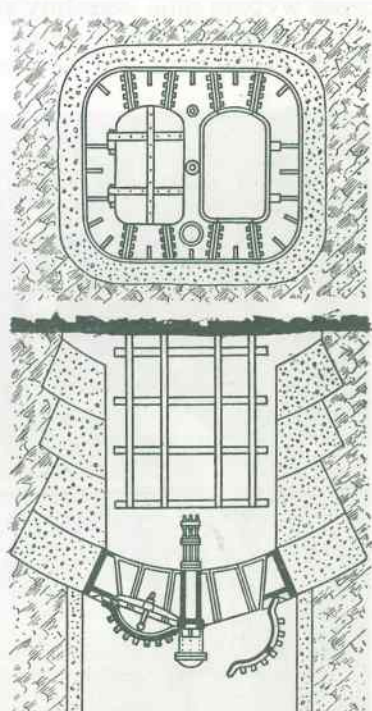
Rys. 324. Filar ochronny pod zbiornikiem wody

a — pozostawiany, b — wybierany częściowo



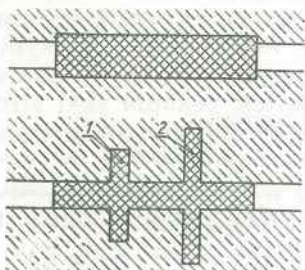
Rys. 325. Tamy wodne

a — drewniana, b — ceglana, c — betonowa

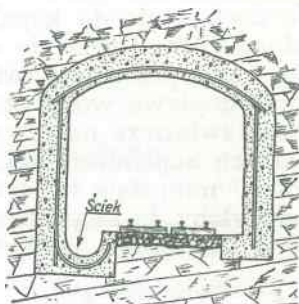


Rys. 326. Tama wodna z drzwiami stalowymi

służących bądź do zmniejszenia dopływu, bądź też do usuwania wód. Pierwsze osiąga się przez ochronę nadległych warstw skalnych przed tworzeniem się w nich szczelin lub też przez odgrodzenie kopalni od podziemnych zbiorników lub dopływów wody; drugie — przez odprowadzenie lub odpompowanie wody. Prócz tego zwraca się uwagę na *wybór odpowiedniego miejsca założenia szybu lub sztolni*. Miejsce to powinno znajdować się



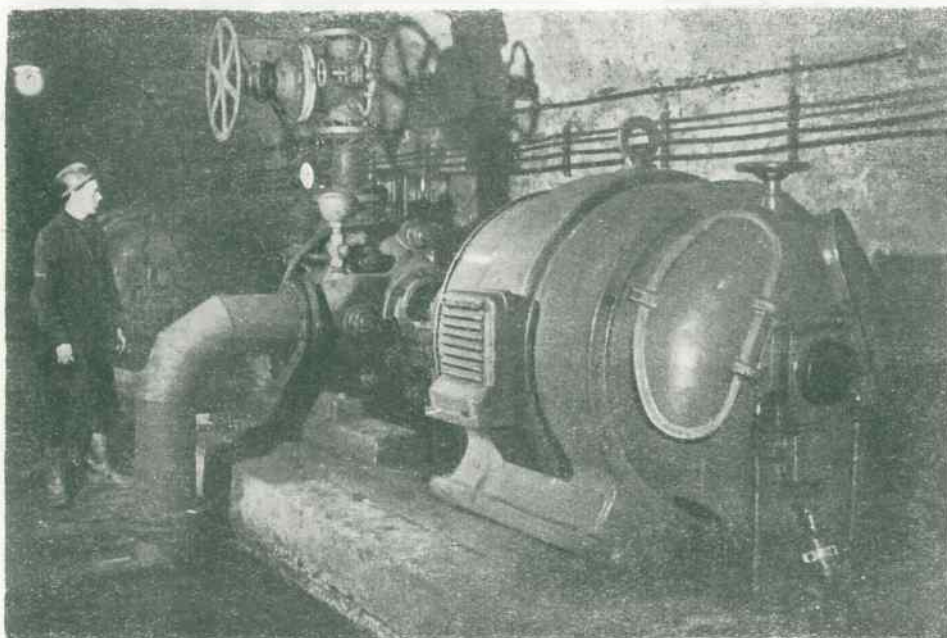
Rys. 327. Iłowa tama wodna dla kopalni soli



Rys. 328. Przekrój przez przecznicę

powyżej najwyższego możliwego stanu wód sąsiednich rzek, jezior itp. Dla uniknięcia dostania się powierzchniowych wód do kopalni może również zachodzić konieczność spuszczenia stawów lub też przesunięcia i uregulowania koryt rzek.

Ochrona nadległych warstw skalnych w celu niedopuszczenia wody przez wytworzone szczeliny polega na pozostawieniu pod zbiornikami wód nie wybranych części złoże, czyli tzw. *filarów ochronnych* (rys. 324 a). Jeżeli skały stropowe są mocne, filary te można częściowo (np. w 50%)

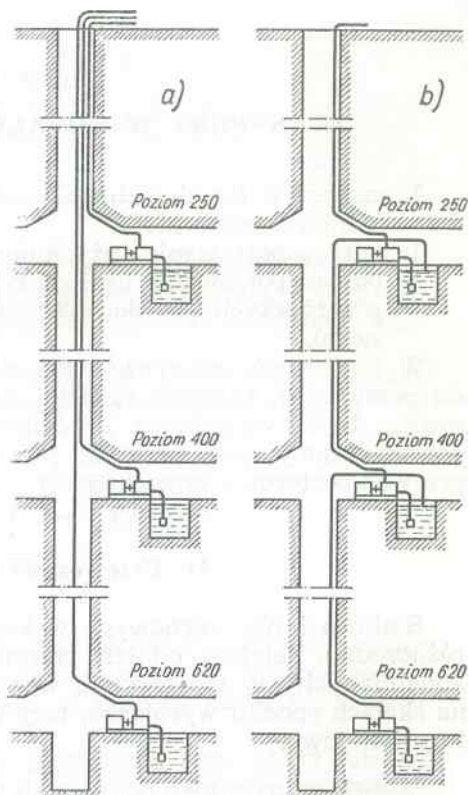


Rys. 329. Agregat pompowy w komorze pomp

wybrać systemem komorowym z pozostawieniem między komorami pasów pokładu (rys. 324 b), na których opiera się strop. Gdy skały stropowe są nieprzepuszczalne dla wód (np. łupki ilaste) i mają do pewnego stopnia zdolność uginania się bez tworzenia szczelin, filary ochronne można wybrać całkowicie przy zastosowaniu *podszadzki* lub przy mniejszej grubości pokładów nawet na zawał, gdyż w warunkach takich strefa zawału i spękań nad pokładem sięga stosunkowo niewysoko.

W sąsiedztwie zatopionych zrobów lub silnie wodonośnych szczelin uskokowych pozostawia się nie wybrane pasy pokładu (tzw. *filary oporowe*), w chodnikach zaś znajdujących się w tych filarach buduje się tamy wodne.

Tamy wodne mogą być wykonane z drewna (rys. 325 a), cegiel (rysunek 325 b), betonu (rys. 325 c) lub żelbetu. W tych przypadkach, gdy roboty górnicze zbliżają się do podziemnych zbiorników wody i zachodzi możliwość nagłego jej wdarcia się, zabezpiecza się kopalnię za pomocą tam wodnych z drzwiami (rys. 326), które normalnie są otwarte. Zamyka się je dopiero w chwili, gdy kopalni grozi niebezpieczeństwo zatopienia. Drzwi do tam wodnych wykonuje się przeważnie ze stali, przy czym otwierają się one w stronę, skąd spodziewany jest przyływ wody. W kopalniach soli, gdzie złożo może ulegać lutowaniu przez wodę, wykonuje się tamy z łu, przy czym mają one skrzydła 1 i 2 głęboko wpuszczone w ściany chodnika (rys. 327). Omówione środki zapobiegawcze mogą jedynie ograniczyć dopływ wody do kopalni. Wskutek obecności skał wodonośnych i szczelin oraz wskutek nieszczelności tam woda zawsze się będzie dostawała do kopalni, a zatem musi być z niej usuwana. W razie udostępnienia złoża sztolnią woda może *samoczynnie odpływać ściekami*. Przy udostępnieniu szybem trzeba ją *pompować na powierzchnię*. W tym celu wodę spływającą z wyrobisk ujmuje się w ścieki (rys. 328) i kieruje przecznica do *zbiorników wodnych* obok podszymbia (patrz rys. 100). Nad zbiornikami znajdują się *komory pomp* (rys. 329), które zasysają wodę ze zbiorników i tłoczą ją rurociągami zawieszonymi w szybie. Wodę najczęściej pompuje się od razu z podszymbia danego poziomu na powierzchnię (rys. 330 a), wtedy jednak trzeba w szybie zawieszać kilka rurociągów. Niekiedy przepompowuje się wodę z jednego poziomu na drugi (rys. 330 b), a dopiero z ostatniego tłoczy się ją na powierzchnię. Wtedy rurociągów jest mniej, ale pompowanie jest wzajemnie zależne, a więc skomplikowane.



Rys. 330. Schematy pompowania wody z kopalni rurociągami

a — bezpośrednio, b — pośrednio

Rozdział XVI

TRANSPORT W KOPALNIACH ODKRYWKOWYCH

Transport w kopalniach odkrywkowych ma do spełnienia najczęściej dwa zadania, a mianowicie:

1. odtransportowanie dużych ilości skał nadkładowych na zwaly.
2. odtransportowanie urobku z przodków wybierkowych do zakładów przeróbczych lub do elektrowni (np. w przypadku węgla brunatnego).

W kopalniach odkrywkowych skały nadkładowe i urobek najczęściej się przewozi¹⁾, znacznie rzadziej stosuje się odstawę, ciągnięcie zaś stosowane bywa wyjątkowo. Z różnych odmian przewozu najbardziej rozpowszechniony jest przewóz po torach szynowych lub linowych oraz przewóz beztorowy samochodowy.

41. Przewóz po torach szynowych

Budowa torów szynowych w kopalniach odkrywkowych bywa bardzo różnorodna, zależnie od ich przeznaczenia (przewożenie lekkich wozów kopalnianych czy też ciężkich wagonów). Tory lekkie układa się wprost na skałach spodka wyrobiska, tory zaś ciężkie są budowane tak samo jak tory kolejowe.

a. Tory szynowe

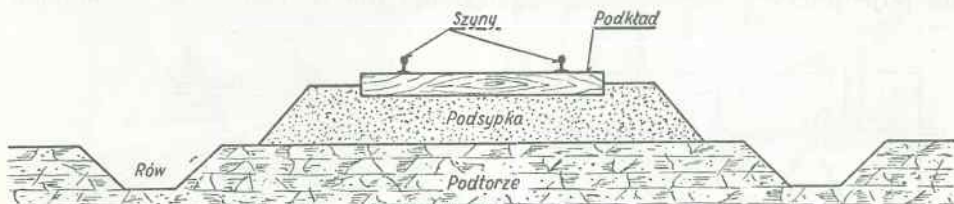
Tor szynowy składa się (rys. 331) z podtorza i nawierzchni torowej, którą tworzy podsypka i podkłady z przymocowanymi do nich szynami.

Podtorzem dla torów lekkich jest najczęściej spodek wyrobiska. Dla torów ciężkich podtorza są wykonywane w postaci nasypów ziemnych zaopatrzonych w przepusty, mosty, przejazdy itp.

Podsypka służy do równomiernego rozłożenia nacisku kół, który jest przenoszony przez podkłady na podtorze. Równocześnie wskutek tego cały tor staje się bardziej elastyczny, łagodząc uderzenia wozów o szyny. Prócz tego podsypka pozwala utrzymać nawierzchnię na odpowiednim poziomie, a dzięki możliwości podbijania jej pod podkłady zabezpiecza je przed przesuwaniem się. Ponadto podsypka ułatwia odprowadzenie wody opadowej z torów do rowów. Z tych względów na podsypkę używany jest ostrokanciasty tłuczeń ze skał twardych.

¹⁾ Różnicę między odstawą, przewozem i ciągnięciem podano w rozdziale XVII. Tam też szczegółowo omówiono odstawę i ciągnięcie.

Podkłady służą do utrzymania szyn w odpowiednim położeniu oraz rozłożenia nacisku kół na większą powierzchnię podsypki. Mogą one być drewniane, stalowe lub żelbetowe. Najczęściej stosuje się podkłady drewniane (rys. 332 a), a to dlatego, że są one elastyczne, łatwe do wykonania i tanie. W celu zabezpieczenia ich przed gniciem są one odpowiednio impregnowane. Długość podkładów zależy od szerokości toru



Rys. 331. Przekrój powierzchniowego toru szynowego

i waha się w granicach 1 do 2 m. Podkłady stalowe (rys. 332 b) stosuje się znacznie rzadziej, gdyż są one bardziej sztywne, rdzewieją, a przymocowanie do nich szyn jest dość skomplikowane. Podkłady żelbetowe używane są wyjątkowo do torów stałych.

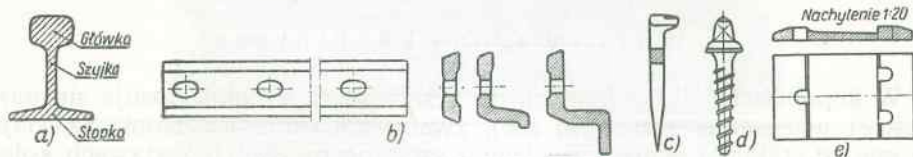
W kopalniach odkrywkowych stosuje się szyny (rys. 333 a) o najrozmaitszych wysokościach i ciężarach, zaczynając od najlżejszych szyn wą-



Rys. 332. Podkłady
a — drewniane, b — stalowe

skotorowych 65/7 do najcięższych szyn normalnotorowych 130/36 (pierwsze liczby oznaczają wysokość szyny, drugie zaś jej ciężar jednego metra w kG). Szyny łączy się z sobą bądź śrubami za pomocą łubek szynowych (rys. 333 b), bądź też spawa się.

Szyny przytwierdza się do podkładów szyniakami (rys. 333 c) lub też wkretami (rys. 333 d), przy czym z zasady daje się po dwa szyniaki (wkrety) od wewnętrznej strony szyny i po jednym od strony zewnętrznej. Dla lepszego rozłożenia ciężaru wozów na podkłady pod stopy szyn daje się stalowe podkładki szynowe (rys. 333 e).



Rys. 333. Elementy powierzchni torowej

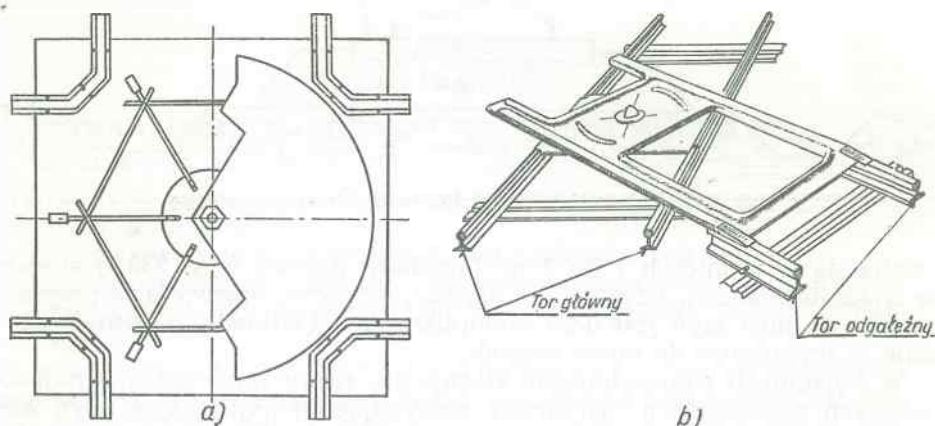
a — szyna, b — łubki szynowe, c — szyniak, d — wkret, e — podkładka szynowa

Prześwit toru, czyli odstęp między wewnętrznymi powierzchniami główek szyn, jest bardzo różnorodny i wynosi od 400 do 1470 mm (prześwit normalnego toru kolejowego).

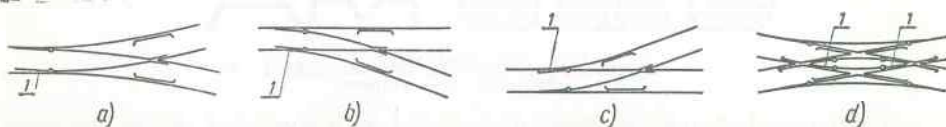
Tory na odcinkach prostych układa się poziomo, na łukach natomiast układa się tak, że zewnętrzna szyna leży nieco wyżej od wewnętrznej.

Podniesienie szyny zewnętrznej ma na celu zabezpieczenie wozu lub wagonu przed wykolejeniem się wskutek występującej tu siły odśrodkowej. Prześwit toru na łukach jest również nieco większy (5 do 15 mm) od normalnego na odcinkach prostych.

W przypadku konieczności rozgałęzienia lub skrzyżowania torów stosuje się różnego rodzaju rozjazdy, przy czym należy odróżnić rozjazdy dla pojedynczych wozów oraz odgałęzienia dla pociągów. W kopalniach



Rys. 334. Płyty rozjazdowe
a — obrotowa, b — nakładana



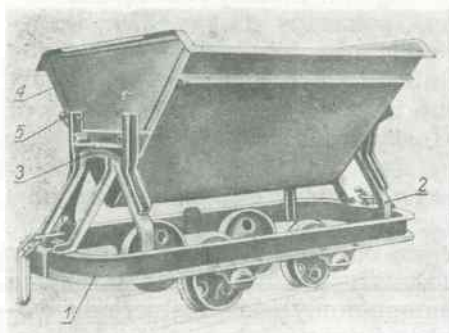
Rys. 335. Schematy różnych rozjazdów
a — symetryczny, b — prawy, c — lewy, d — angielski podwójny

odkrywkowych dla pojedynczych wozów stosuje się *płyty rozjazdowe, obrotowe* (rys. 334 a) lub też *nakładane* (rys. 334 b). Rozgałęzienia torów dla pociągów są wykonywane w postaci *rozjazdów* (rys. 335). Przez odpowiednie ustawienie iglic 1 zwrotnicy można uzyskać żądany kierunek ruchu pociągów.

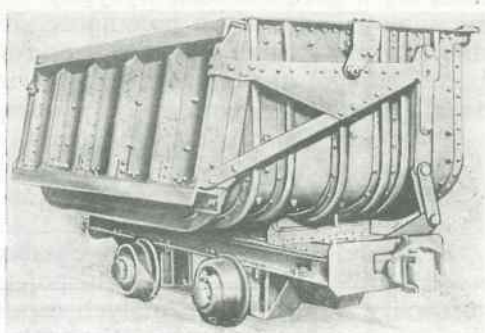
b. Wozy i wagony kopalniane

W kopalniach odkrywkowych do przewożenia urobku stosuje się najczęściej *wozy-wywrotki* (rys. 336), zwane potocznie *kolebami*. Składają się one ze stalowej ramy 1 osadzonej sztywno na dwóch zestawach kołowych. Do ramy przytwierdzone są dwa wsporniki 2 z poprzeczkami 3, na których wahlwie zawieszona jest skrzynia 4. Pojemność skrzyni najczęściej wynosi 0,75 do 1,50 m³. Przed samoczynnym wywróceniem się (np. podczas przewożenia) zabezpieczają skrzynię umieszczone na wspornikach zamki 5. W ten sposób skrzynia może być wywrócona dopiero po podniesieniu zamka w górę. Do przewożenia większych objętości urobku stosuje się najrozmaitsze konstrukcje wozów z otwieralnymi bokami (rys. 337) lub otwieralnym dnem.

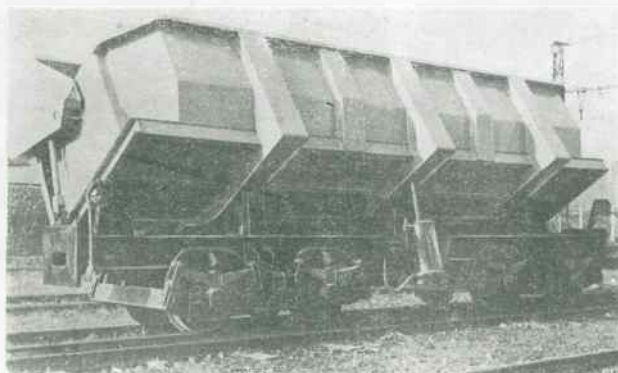
W dużych kopalniach odkrywkowych, gdzie wydobycie kopaliny użytecznej i usuwanie skał nadkładowych jest bardzo duże, wozy kopalniane zastępuje się obecnie powszechnie wagonami samowyladowczymi o róż-



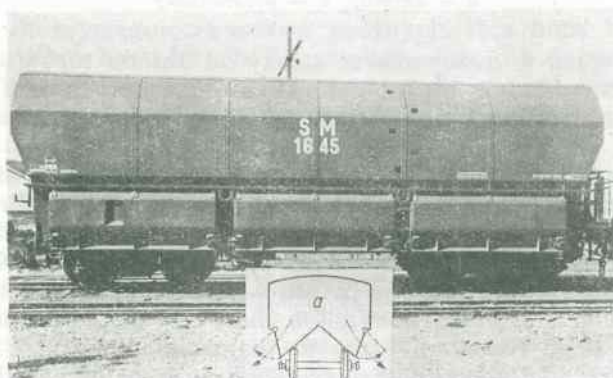
Rys. 336. Wóz-wywrotka



Rys. 337. Wóz z otwieralnymi bokami



Rys. 338. Wagon z przechylną skrzynią i otwieralnymi bokami



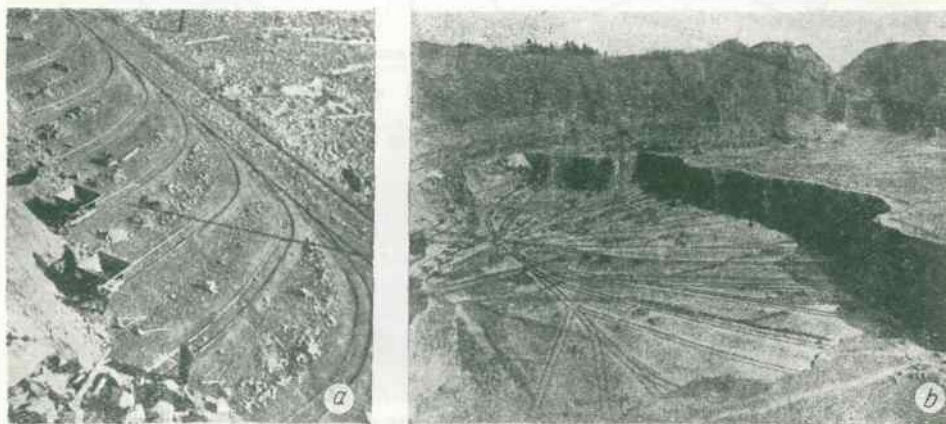
Rys. 339. Wagon ze stożkowym dnem i otwieralnymi kłapami

nych, nieraz bardzo skomplikowanych urządzeniach. Przykładowo na rysunku 338 pokazano wagon samowyladowczy pojemności 50 m³ z wywracaną skrzynią i odchylanym jednym z boków. Wywracanie skrzyni

odbywa się cylindrem pneumatycznym zasilanym powietrzem sprężonym ze sprężarki znajdującej się na lokomotywie elektrycznej. Wskutek obrotu się skrzyni, bok związany dźwigniami z nieruchomym podwoziem unosi się w górę i urobek wysypuje się z wagonu. Inaczej rozwiązano wagon samowyladowczy o pojemności 75 m³, pokazany na rys. 339. Skrzynia jest tu na stałe przytwierdzona do podwozia, lecz ma stożkowe dno (patrz szczególnie a) oraz otwierane dwie lub trzy kłapy boczne. Po otwarciu kłap urobek wysypuje się na jedną lub też na obie strony skrzyni.

c. Przewóz szynowy po torach poziomych

Przewóz po torach poziomych może się odbywać *ręcznie* tylko przy małych odległościach i małych pojemnościach wozów. Często też bywa stosowany w kopalniach małych (np. kamieniołomy) do przetaczania wozów z przodków do torów głównych, gdzie kursują lokomotywy. Odleg-



Rys. 340. Układy torów w wyrobisku odkrywkowym
a — okrężny, b — promieniowy

łość tego przewozu w dużej mierze zależy od układu torów w wyrobisku. Przy okrężnym układzie torów (rys. 340 a) odległość ta jest krótka, przy promieniowym układzie torów (rys. 340 b) odległość ta może być dość duża.

Do przewozu na większe odległości stosuje się jeszcze niekiedy przewóz linami lub też łańcuchami bez końca, prawie powszechnie natomiast są stosowane lokomotywy parowe, spalinowe lub elektryczne. W wielu kopalniach są jeszcze stosowane do dziś *parowozy* mocy od 30 do 2000 KM i ciężarze od 8 do 100 T. Są one proste w konstrukcji, szybkie; mogą być znacznie przeciążane ponad nominalną moc; równocześnie jednak wymagają długotrwałego rozpalania oraz są mało ekonomiczne.

Lokomotywy spalinowe (patrz rys. 379 b) w kopalniach odkrywkowych są stosowane względnie rzadko i to głównie do przewozu na krótkie odległości lub do przetaczania wozów i wagonów. Są one skomplikowane i mogą być tylko nieznacznie przeciążane.

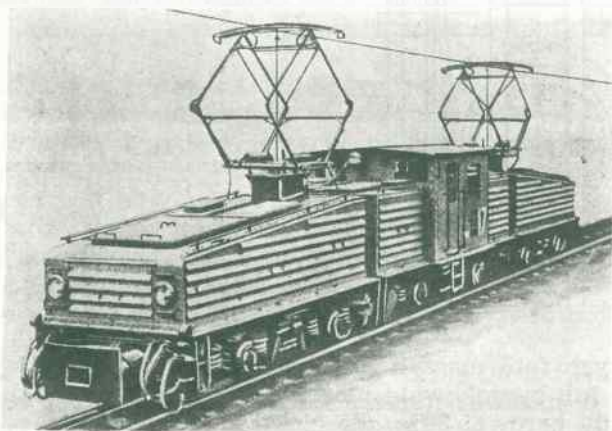
W kopalniach odkrywkowych, a zwłaszcza dużych, coraz powszechniej stosuje się *elektrowozy przewodowe*, do których prąd doprowadza się przewodem ślizgowym przez zbierak do silnika, odprowadza zaś szynami.

Wielkość ich bywa różna, od małych lokomotyw kopalnianych (patrz rysunek 378) mocy 60 do 120 kW do wielkich elektrowozów kolejowych (rys. 341) mocy do 1600 kW.

d. Przewóz szynowy po torach pochyłych

Przewóz szynowy urobku po torach pochyłych może odbywać się albo z góry na dół (co ma miejsce w kopalniach stokowych), albo też z dołu do góry (w kopalniach wgłębnych).

Przy przewozie urobku z góry na dół stosuje się albo liny otwarte, do których obu końców przyczepia się bądź pojedyncze wozy, bądź też zestawy wozów albo też liny bez końca. Przy przewozie linami otwartymi na przemian jednym torem wyciąga się wozy próżne, drugim zaś opuszcza się wozy załadowane urobkiem. Siła ciężkości wozów ładownych nie

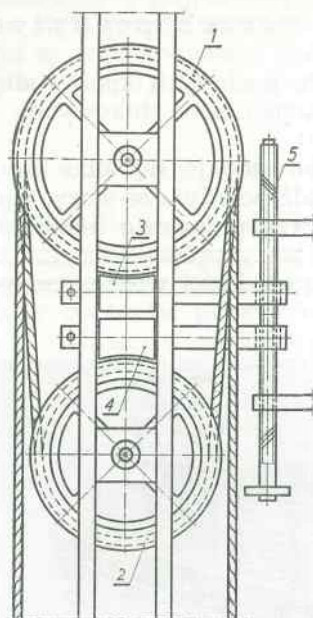


Rys. 341. Duży elektrowóz przewodowy stosowany w kopalniach węgla brunatnego

tylko wystarcza do wyciągnięcia wozów próżnych, lecz musi być jeszcze hamowana na *tarczach hamulczych*. Tarcze hamulcze dla dużych składów wozów (rys. 342) są wykonywane np. w postaci dwóch kół rowkowanych 1 i 2, przez które przewija się kilkakrotnie linę. Do niszczenia nadmiaru siły służą hamulce kłocowe 3 i 4, które zaciska się na tarczach np. za pomocą śruby 5 o prawym i lewym gwincie. Zamiast lin o końcach otwartych można również użyć liny bez końca, wtedy jednak trzeba na stacji końcowej dać dodatkowe koło zwrotne oraz dobudować urządzenie do naprężania liny. Do lin bez końca wozy najczęściej się przyczepia pojedynczo za pomocą łańcuchów i zamków np. klinowych (rys. 343).

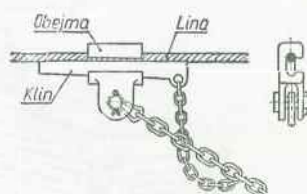
Przy przewozie urobku z dołu do góry można również stosować liny bez końca lub liny otwarte, jednak zawsze muszą być one napędzane kołowrotami elektrycznymi. Przy większych nachyleniach pochylni (ponad 25°) stosuje się podwózki (patrz rys. 382). W niektórych przypadkach korzystne bywa użycie do przewozu łańcuchów bez końca (rys. 344) napędzanych tarczami gwiaździstymi na powierzchni ziemi i zaopatrzonych u dołu w stację zwrotną i naprężającą. W tym przypadku wozy zaopatruje się w widelki, o które zahaczają ogniwa zwisającego łańcucha i w ten sposób umożliwiają wyciąganie lub opuszczanie wozów po pochylni.

W kopalniach o dużym wydobyćciu wydajność urządzeń linowych lub łańcuchowych jest niewystarczająca. Z tego względu dąży się do założenia sieci torów w ten sposób, aby wagony wraz z elektrowozami mogły docierać do przodków eksploatacyjnych i zabierać urobek bezpośrednio

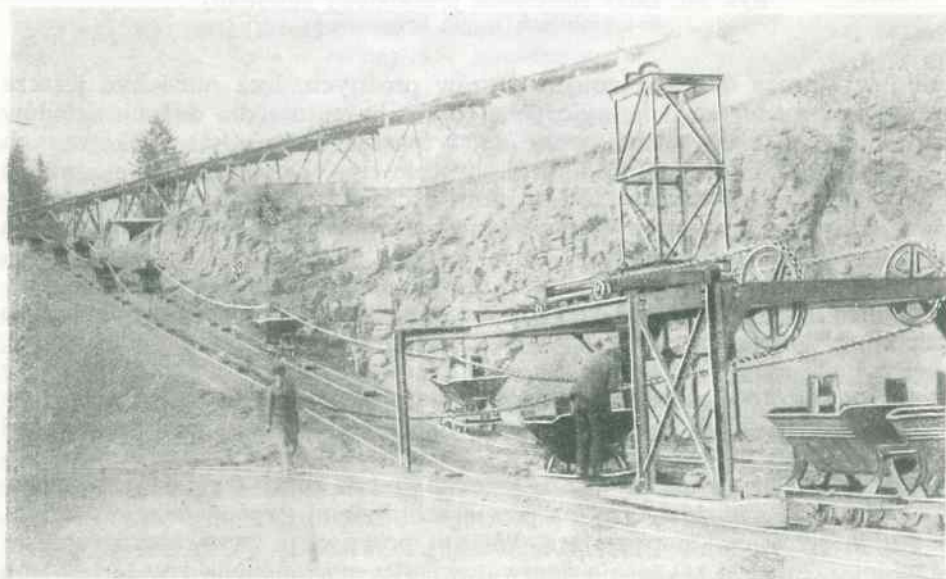


Rys. 342 (z lewej). Tarcza hamulcza do opuszczania składów wozów

Rys. 343 (niżej). Zamek klinowy do przyczepiania wozów do liny bez końca



spod pracujących tam maszyn (czerparek lub koparek). Uzyskuje się to przez okrężne lub zygzakowate ułożenie torów z dopuszczalnym nachyleniem dla trakcji parowej 30‰, dla elektrycznej 40‰.



Rys. 344. Przewóz łańcuchem bez końca

42. Przewóz po torach linowych

Budowa urządzeń do przewozu po torach linowych może być różna. Najczęściej w kopalniach odkrywkowych stosowane są wiszące kolejki linowe i dźwignice linowe.

a. Wiszące (podwieszane) kolejki linowe

Wiszące kolejki linowe stosuje się w kopalniach odkrywkowych i podziemnych wtedy, gdy wydobywany urobek wysyła się bądź do odległych zakładów przeróbczych, bądź też gotowe produkty z zakładów przeróbczych wysyła się do innych zakładów przetwórczych (np. elektrowni, koksowni itp.). Kolejki linowe nabierają szczególnego znaczenia w okolicach podgórskich oraz gęsto zabudowanych, gdzie prowadzenie torów jest trudne lub wręcz niemożliwe. Ponadto pozwalają one całkowicie uniezależnić transport od warunków atmosferycznych, a szczególnie zasp śnieżnych w zimie.

Zasada budowy wiszącej kolejki linowej (rys. 345) polega na tym, że między dwoma końcowymi stacjami załadowniczą A i wyładowniczą B napięte są dwie liny nośne 1, podtrzymywane na całej trasie wieżami podporowymi 2. Liny te na jednej ze stacji są zakotwiczone, na drugiej zaś obciążone ciężarami 3. Liny nośne tworzą tory wózków 4, przy czym na obu stacjach wózki mogą schodzić z lin i przechodzić na dowolnie rozgałęzione szyny podwieszane 5. Do uruchomienia wózków służą liny ciągnące 6, które na jednej stacji napędza specjalnie do tego celu zbudowany napęd 7. Na drugiej stacji ustawia się wtedy koło zwrotne 8 liny ciągnącej. Linę ciągnącą napręża ciężar 9.

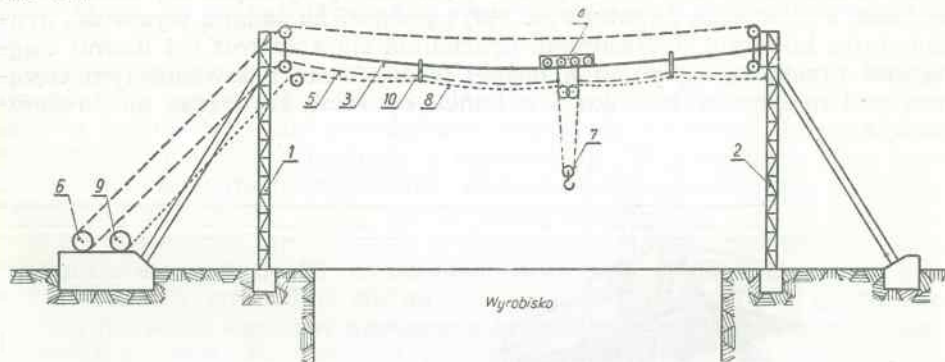
Wózki kolejek wiszących składają się z toczka 10 z dwoma lub czterema kółkami 11 toczącymi się po linie nośnej, zawiesia 12 i skrzyni 13. Zawiesia są przymocowane do toczka wahliwie, tak że przy każdej pochyłości toru linowego zawiesia wraz ze skrzynią zachowują pozycję pionową; zapobiega to możliwości wysypywania urobku ze skrzyń. Skrzynie są zawieszane na zawiesiach tylko dwoma czopami 14, dzięki czemu mogą być łatwo wywracane lub zdejmowane.

Wózki w czasie transportu są dołączone do lin ciągnących za pomocą wpręgów zaciskowych 15, po wejściu na jedną ze stacji wpręgi samoczynnie odłączają wózki od lin, czyli mogą one być odprowadzone na każdą z szyn podwieszonych. Wiszące kolejki linowe mają długość do 8 do 12 km, a niekiedy i więcej. Rozstęp wież wynosi najczęściej 200 do 300 m. Pojemność skrzyń wózków 0,25 do 1,25 m³. Wydajność w zależności od pojemności wózków wynosi od 30 do 200 T/godz.

b. Dźwignice linowe

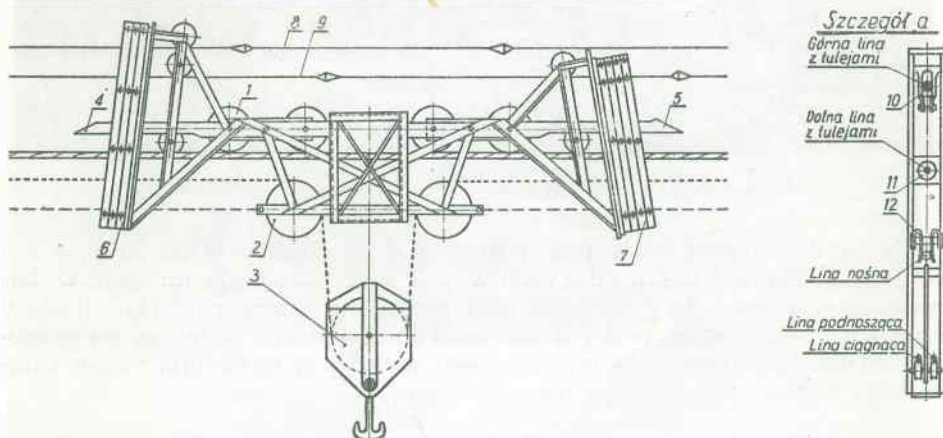
Dźwignice linowe są stosowane do transportowania urobku głównie w kamieniołomach, gdzie wskutek wielopoziomowego wybierania kamienia otrzymuje się wyrobiska wąskie i głębokie. Najprostsza dźwignica linowa (rys. 346) składa się z dwóch stalowych wież (czołowej 1 i końcowej 2), ustawionych po obu stronach wyrobiska. Między wieżami jest napięta lina nośna 3, po której porusza się wózek 4 z wielokrążkiem do podnoszenia ciężarów. Wózek jest przetaczany po linie noś-

nej za pomocą liny ciągnącej 5 przechodzącej przez obie wieże i napędzanej kołowrotem 6. Hak 7 wielokrażka do podnoszenia ciężarów uruchamia się liną podnoszącą 8 napędzaną kołowrotem 9. Odległość wież dźwignic wynosi 100 do 500 m. Przy tak dużych odległościach ruchoma lina ciągnąca i podnosząca miałyby zbyt duży zwis i wzajemnie by się plątały. Z tych względów są one na całej trasie podtrzymywane tzw. podtrzymywaczami 10.



Rys. 346. Schemat dźwigni linowej

Najważniejszą częścią dźwigni linowej jest *wózek nośny* (rys. 347), który składa się z ramy z czterema kołami 1 toczącymi się po linie nośnej oraz kilkoma kołami 2 do wielokrażka 3. Dodatkowym urządzeniem są tu podchwyty 4 i 5 potrzebne do zdejmowania podtrzymywacza 6 i 7 z liny nośnej, gdyż zawadzałyby one w przetaczaniu wózka. Do zawieszania pod-



Rys. 347. Wózek nośny dźwigni linowej

trzymywaczy po przejściu wózka nośnego między wiezami napięte są dodatkowo dwie liny 8 i 9, na które w odstępach 20 do 50 m nałożono kalibrowane tuleje (na rys. stożki). Tuleje te mają coraz większą średnicę na jednej linie w prawo, na drugiej w lewo. Podczas toczenia się wózka tuleje te przechodzą przez odpowiednio kalibrowane otwory 10 i 11 (patrz szczegół a) w podtrzymywaczach, przy czym jeśli tuleja ma średnicę większą od średnicy otworu, to podtrzymywacz zostanie zrzucony z podchwy-

tu wózka i zawieszony łapkami 12 na linie nośnej. Należy zwrócić uwagę, że podtrzymywacze prawe 7 są krótsze, mają jeden otwór i są obsługiwane dolną liną 9, podtrzymywacze zaś lewe 6 są dłuższe i obsługiwane liną górną 8; otwór 11 jest tak duży, że przez niego przechodzą luźno wszystkie tuleje liny dolnej 9.

Dźwignicą linową pracuje się w ten sposób, że blok skalny, skrzynię wozu z urobkiem lub też cały wóz (rys. 348) przyczepia się łańcuchami do haka wielokrążka 7 (patrz rys. 346) i podnosi na żadaną wysokość, uruchamiając kołowrót 9. Następnie uruchamia się kołowrót 6 i linami ciągnącymi przetacza się po linie nośnej wózek wraz z zawieszonym ciężarem nad miejsce wyładunku i w końcu opuszcza się ciężar na powierzchnię kopalni.



Rys. 348. Transportowanie dźwignicą wozu z urobkiem

Dźwignice linowe mogą transportować duże ciężary (3 do 25 T) z dowolnego poziomu kopalni odkrywkowej, a więc pozwalają uniknąć wykonywania wykopów do poszczególnych poziomów (patrz rys. 71). Niestety mają zbyt mały zasięg pracy o szerokości zaledwie 20 do 30 m od pionowego rzutu liny nośnej i z tego względu wymagają układania torów i dowożenia urobku wozami pod linę dźwignicy.

43. Przewóz drogowy

Przewóz drogowy, w odróżnieniu od omówionego poprzednio przewozu szynowego, pozwala na znacznie większą swobodę ruchu pojazdów, a mianowicie: swobodne mijanie się, wyprzedzanie, zmianę kierunku jazdy, podjeżdżanie do dowolnego miejsca załadunku i wyładunku itp. Jest on zatem o wiele bardziej elastyczny i łatwiej przystosowalny do zmieniających się warunków pracy niż sztywny przewóz szynowy, którego droga jest ściśle wyznaczona przez tor szynowy lub linowy.

W przewozie drogowym rozróżnia się *przewóz samochodowy* oraz *konny*. Przewóz konny stosuje się obecnie tylko w małych lokalnych kopalniach odkrywkowych o małej produkcji. Szeroko natomiast jest stosowany przewóz samochodowy, przy czym w wielu przypadkach zaczyna on poważnie konkurować z przewozem kolejowym.

a. Drogi samochodowe

Przewóz samochodowy wymaga budowy drogi o wyrównanej i możliwie gładkiej nawierzchni. W kopalniach odkrywkowych skał twardych budowa takiej drogi nie przedstawia większych trudności, gdyż można wykorzystać materiał odpadowy z eksploatacji. W kopalniach skał kruchych i miękkich trzeba częstokroć budować całą nawierzchnię drogową. Najczęściej stosuje się wtedy nawierzchnię tłuczniową.

Nachylenie dróg nie powinno przekraczać 6 do 8%, promienie łuków nie mniejsze jak 20 do 30 m, szerokość zaś drogi powinna być taka, aby dwa samochody swobodnie się mijaly, zachowując odstęp 0,7 m. Należy również dążyć do tego, aby nawierzchnia stale była odwadniana, co osiąga się stosując rowy. Na rys. 349 pokazano układ dróg samochodowych w kopalni odkrywkowej.

b. Samochody i ciągniki

Do przewozu urobku w kopalniach odkrywkowych stosowane są wyłącznie samochody o skrzyniach wywracalnych (rys. 350) najczęściej za



Rys. 349. Układ dróg samochodowych w kopalni odkrywkowej

pomocą cylindrów hydraulicznych. Podwozia osadza się na oponach o bardzo dużych wymiarach, dzięki czemu uzyskuje się niewielki (0,3 do 1,0 kG/cm²) nacisk na nawierzchnię drogi. Pojemność skrzyń samochodów waha się najczęściej od 3 do 15 T.



Rys. 350. Samochód do przewozu urobku ze skrzynią wywracalną

Zamiast samochodów stosuje się również ciągniki oponowe z przyczepami (rys. 351), których pojemność dochodzi do 60 m³. Przy większych odległościach przewozu mogą być również stosowane tzw. pociągi samochodowe, tj. ciągniki z kilkoma przyczepami.



Rys. 351. Ciągnik z przyczepą 60 m³ do przewozu urobku

Samochody są opłacalne w eksploatacji tylko wtedy, gdy ładowanie ich odbywa się szybko, a więc za pomocą ładowarek lub też koparek (patrz rys. 132 b).

Rozdział XVII

TRANSPORT W KOPALNIACH PODZIEMNYCH

Urobek kopaliny użytecznej wydobyty w przodkach musi być odtransportowany pod szyb, a stamtąd wydany na powierzchnię ziemi. Odwrotnie, z powierzchni ziemi do kopalni trzeba przetransportować szereg materiałów niezbędnych do prowadzenia pracy związanej z wydobyciem, jak np. maszyny, stojaki i stropnice do obudowy, materiały wybuchowe itp.

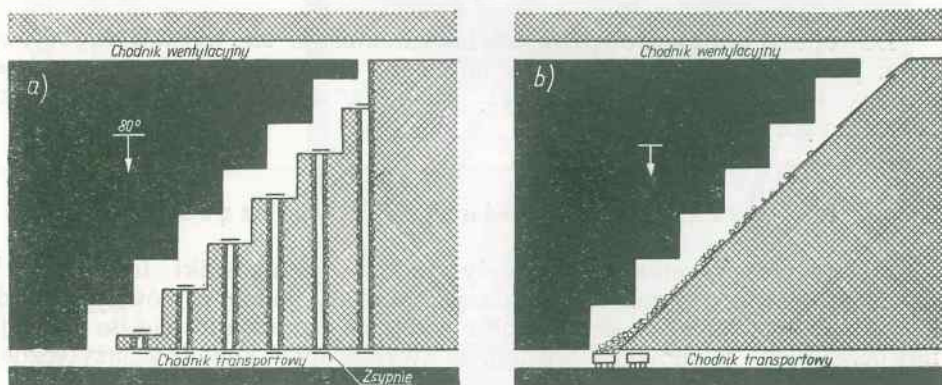
W transporcie urobku w kopalni wyróżnia się trzy zasadnicze rodzaje: odstawę, przewóz i ciągnięcie.

44. Odstawa urobku

Odstawa czyli transport urobku z przodków do głównych dróg przewozowych lub nawet podszybia, odbywa się bądź to własnym ciężarem, bądź też za pomocą zgarniarek lub różnego rodzaju przenośników.

a. Odstawa urobku własnym ciężarem

Najprostszym sposobem odstawy jest samoczynne zsypywanie się urobku w *zsypniach*, wykonanych w postaci pionowych lub pochyłych kominów (rys. 352 a), z których urobek dostaje się do wozów podstawianych w chodniku transportowym. Ten sposób odstawy może być jednak

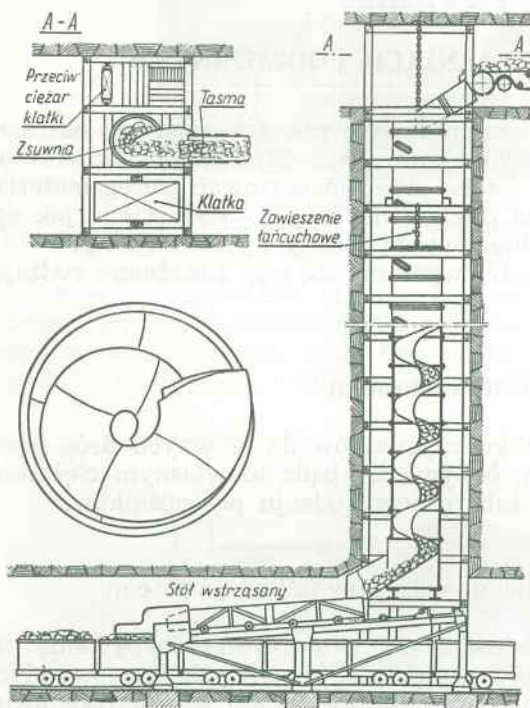


Rys. 352. Odstawa urobku własnym ciężarem

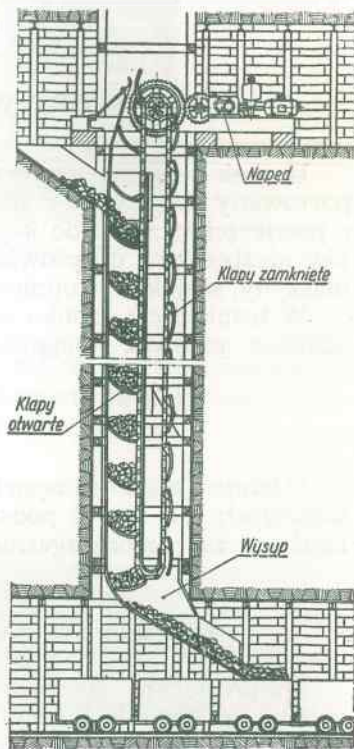
a — w zsypniach, b — w zsuwniach

użyty tylko tam, gdzie nie zależy na grubszych sortymentach urobku, gdyż połączony jest z bardzo silnym rozdrabnianiem urobku.

Niemniej prostym środkiem odstawy są *zsuwnie proste* gdzie urobek samoczynnie może się zsuwać po spągu, pomostach (rys. 352 b) lub złożach nieruchomych. Ten sposób odstawy może być stosowany w pokładach lub żyłach stromych. Znacznie korzystniejsze są *zsuwnie śrubowe* (rys. 353), które zastosowano do transportu urobku w szybikach i szybach ślepych. Urobek zsuwa się tu po rynnach śrubowych ujętych w osłonę.



Rys. 353. Zsuwnia śrubowa



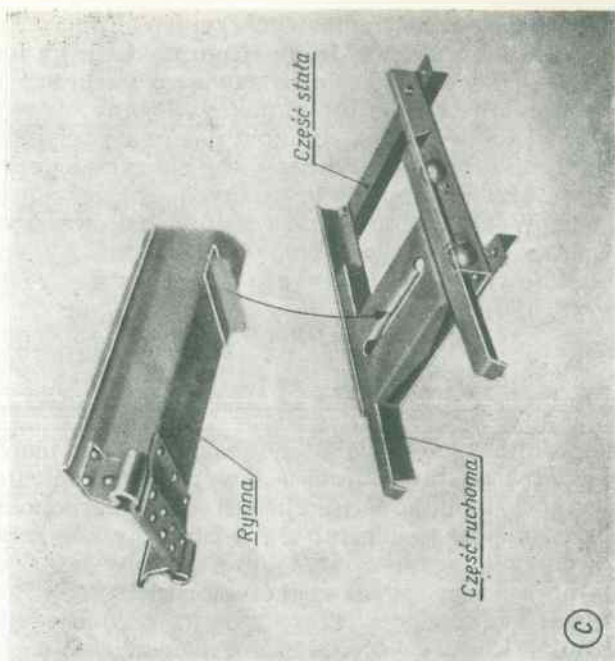
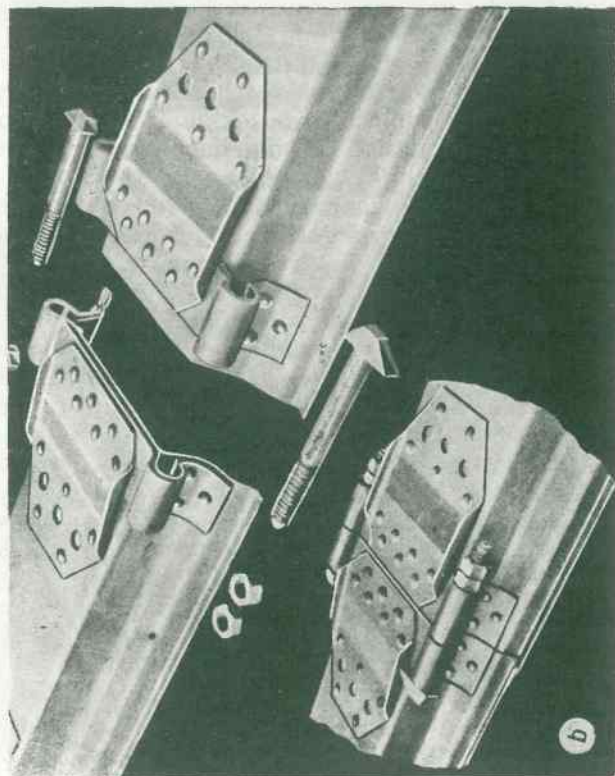
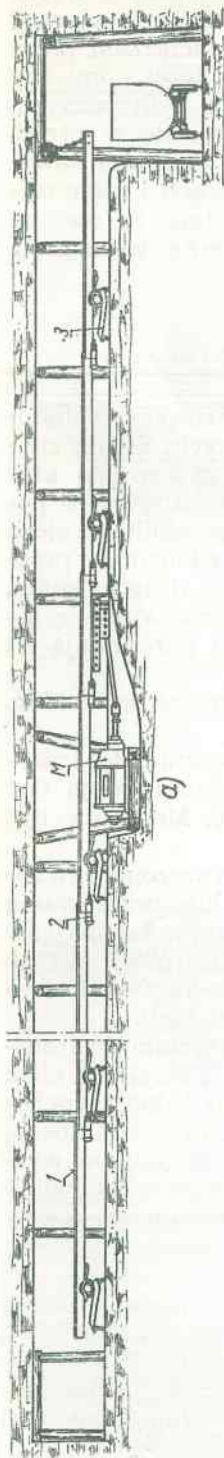
Rys. 354. Nośnik szybikowy (paternoster)

Do opuszczania urobku w szybikach stosuje się *nośniki szybikowe* (tzw. paternostry), w których na łańcuchu bez końca osadzone są przegubowe kłapy odchylające się przy ruchu w dół oraz zamykające przy ruchu do góry (rys. 354).

b. Odstawa przenośnikami wstrząsanymi

Pierwszymi przenośnikami były stalowe *przenośniki wstrząsane*¹⁾ (rys. 355 a), które przez czas dłuższy stanowiły jeden z głównych środków odstawy urobku w kopalniach i wybitnie przyczyniły się do rozwoju nowoczesnych ścianowych systemów wybierania kopaliny użytecznej.

¹⁾ Wynalezione przez Polaka R. Riegera w 1905 r. i opatentowane we wszystkich krajach w 1907 r.



Rys. 355. Przenośnik wstrząsany
 a — schemat, b — rynny przenośnika i ich łączenie śrubami, c — toczek kulkowy

Składają się one z trzymetrowych rynien 1, łączonych na śruby 2 (rysunek 355 b). Całość układa się na spągu pokładu na toczkach krajkowych 3 lub kulkowych (rys. 355 c) albo zawieszają na linach lub łańcuchach przy-mocowanych do stropnic lub stojaków. Rynny otrzymują nierównomierny ruch posuwisto-zwrotny z silników pneumatycznych *M* lub elektrycznych, dzięki czemu urobek znajdujący się na rynnach przesuwają się w przód. Wydajność przenośników wstrząsanych jest dość duża i przekracza nawet 50 T/godz. Wadą ich są wstrząsy, duży hałas w wyrobiskach i niemożliwość transportowania urobku po wzniesieniu. Wskutek tego są obecnie rzadko stosowane w chodnikach i to łącznie z ładowarką wstrząsaną (patrz rys. 160).

c. Odstawa przenośnikami zgrzeblowymi

Przenośniki zgrzeblowe stanowią jeden z najbardziej rozpowszechnionych środków odstawy urobku z wyrobisk eksploatacyjnych. Cechą charakterystyczną ich konstrukcji jest ciąg nieruchomych rynien, po których poruszają się (jeden lub dwa) łańcuchy bez końca zaopatrzone w poprzeczne listwy, zwane zgrzeblami. Łańcuchy są napędzane silnikiem elektrycznym za pomocą gwiazd (kół gwiazdzystych). Spodem łańcuchy przechodzą pod rynnami do gwiazd zwrotni znajdującej się na drugim końcu przenośnika i górą powracają do napędu. Łańcuchy poruszając się po rynnach zabierają swymi zgrzeblami nasypyany urobek i przesuwają go do miejsca wyładunku.

Zależnie od przeznaczenia buduje się przenośniki zgrzeblowe lekkie, pancerne oraz hamujące.

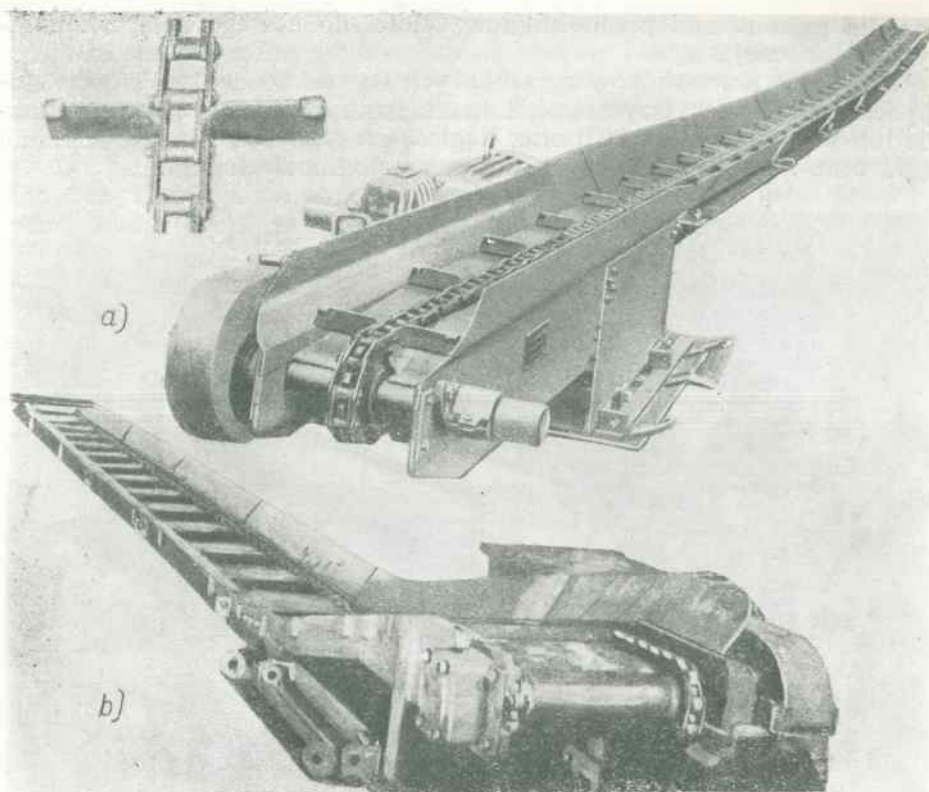
Lekkie przenośniki zgrzeblowe są przeznaczone wyłącznie do transportowania urobku w wyrobiskach o niewielkim nachyleniu. Mają one przeszłą wykonane z blach oraz lekkie łańcuchy lubkowe. Mogą one być jedno- (rys. 356 a) lub też dwułańcuchowe (rys. 356 b).

Pancerne przenośniki zgrzeblowe (rys. 357) są przeznaczone równocześnie do transportowania urobku oraz prowadzenia lub przesuwania po nich ciężkich maszyn górniczych (wrębiarek, ładowarek, kombajnów itp.). Służą one również do strzelania na nie dużych ilości urobku. Z tych względów przeszłą ich są wykonane z grubych kształtowników, a dwa ciężkie łańcuchy ogniwowe połączone są mocnymi zgrzeblami.

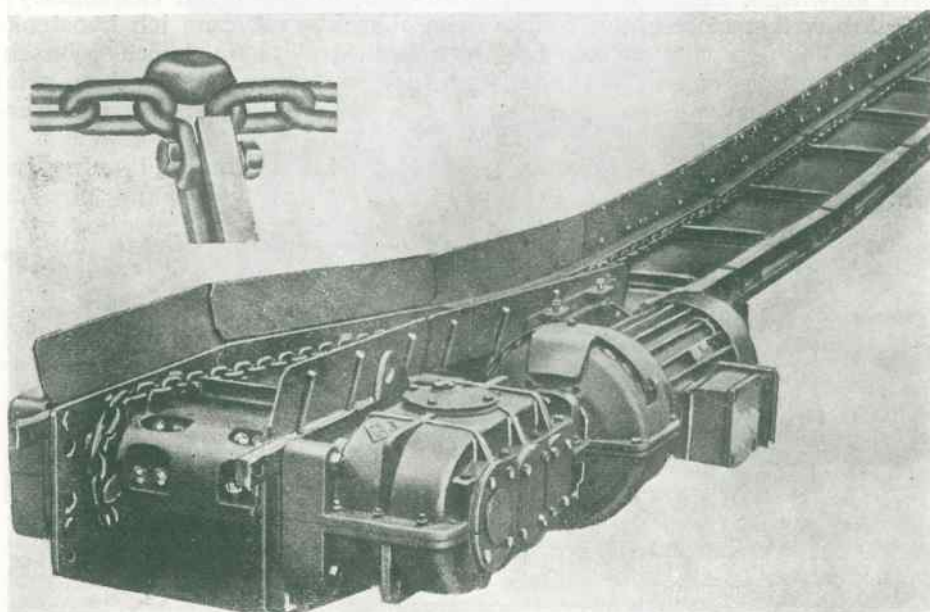
Hamujące przenośniki zgrzeblowe są przeznaczone wyłącznie do transportowania urobku po upadzie, przy nachyleniu 18 do 50°. Mają one obok napędu również urządzenia hamulcze. Buduje się je jako jednołańcuchowe¹⁾ (rys. 358) lub też dwułańcuchowe (te ostatnie w konstrukcji różnią się od lekkich lub pancernych przenośników zgrzeblowych jedynie wyższymi zgrzeblami). W przenośnikach jednołańcuchowych stosuje się rynny kątowe (szczegół a), zgrzebla zaś wykonuje się w postaci okrągłych talerzy (szczegół b). Powracająca część łańcucha przechodzi w rurze blaszanej przytwierdzonej do rynny.

Dla ułatwienia transportu i przenoszenia ciąż przenośników składają się z krótkich prześł 2 do 3 m długości, które są z sobą łączone na łatwo rozbieralne złącza. Złącza te powinny pozwalać na pewne (do 5°) odchylenia jednego prześła względem drugiego. Jest to niezbędne dla dostosowania się przenośnika do nierówności spągu (w płaszczyźnie pionowej)

¹⁾ W pierwotnej swojej konstrukcji rozwiązane w 1927 r. przez M. Skupa w kopalni Kazimierz.



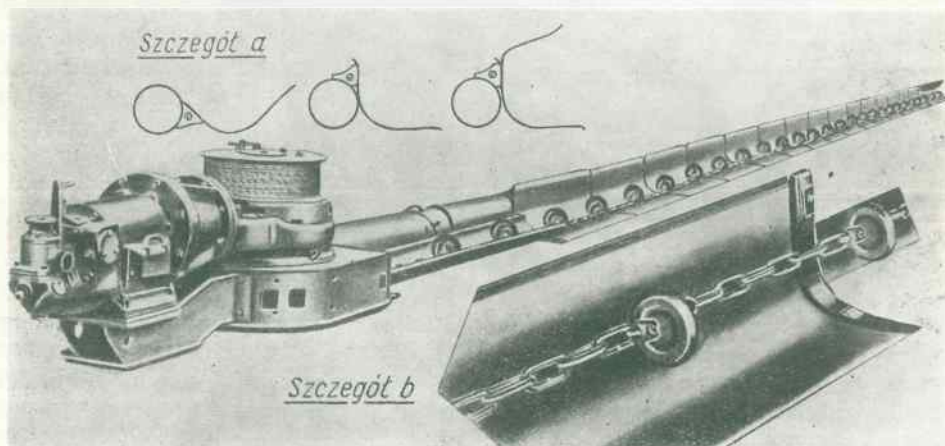
Rys. 356. Lekki przenośnik zgrzeblowy
a — jednołańcuchowy, b — dwulańcuchowy



Rys. 357. Pancerny przenośnik zgrzeblowy

craz dla przesuwania przenośnika w całości do nowego pola (w płaszczyźnie poziomej).

Wydajność przenośników zgrzeblowych wynosi 50 do 100 T/godz. Zaletą ich jest duża wytrzymałość, łatwość dostosowania do pracy po upadzie lub wzniesieniu (do 30°) oraz ciągłość pracy. Wadą ich jest ścieranie węgla oraz konieczność utrzymywania prostoliniowych ścian.

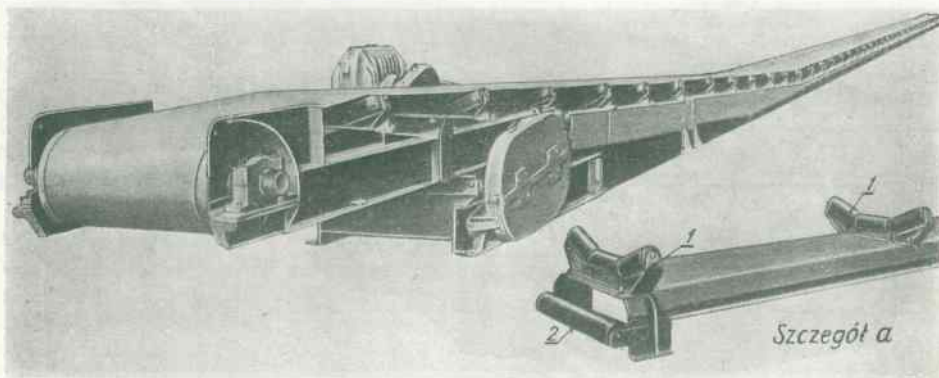


Rys. 358. Hamujący przenośnik zgrzeblowy

d. Odstawa przenośnikami taśmowymi

Przenośniki taśmowe stosuje się głównie w chodnikach odbierających urobek z wyrobisk wybierkowych i przekazujących go do urządzeń transportu głównego. Znacznie rzadziej stosuje się w przodkach eksploatacyjnych lub w transporcie głównym. Cechą charakterystyczną ich konstrukcji (rys. 359) jest ruchoma taśma bez końca rozpięta na dwóch bębnach: napędowym i zwrotnym. Nośna część taśmy podtrzymywana jest na całej swej długości potrójnymi krążnikami 1 (szczegół a) część zaś powracająca dołem pojedynczymi krążnikami 2.

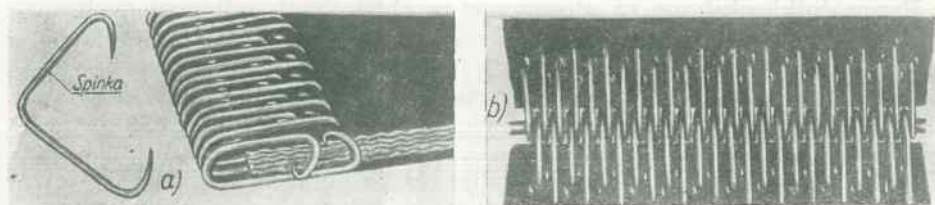
Najczęściej stosuje się taśmy wykonane z kilku warstw tkaniny bawełnianej sklejonych gumą i pokrytych zewnątrz warstwami powłoki



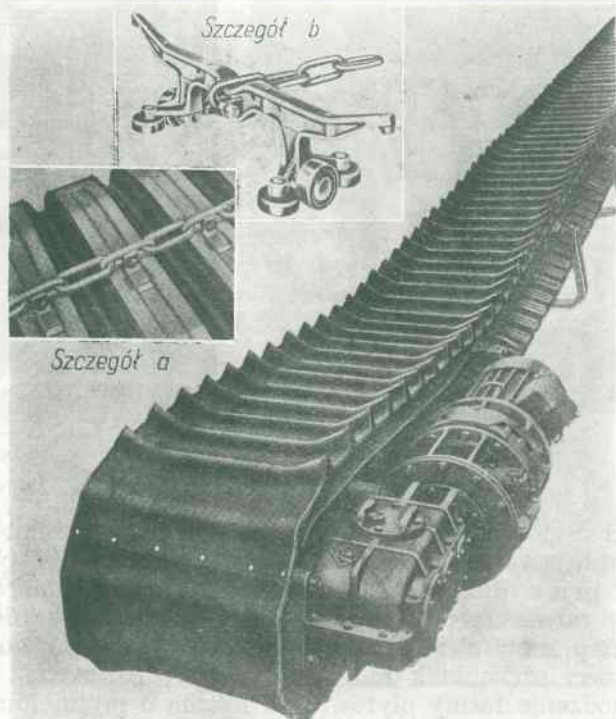
Rys. 359. Przenośnik taśmowy

gumowej. Taśmy te są palne, a więc niebezpieczne dla kopalń. Z tego względu zamiast gumy wprowadza się obecnie taśmy z tkaniną nylonową pokryte powłoką z chlorku poliwinylu, które są trudno palne. Poszczególne odcinki taśm łączą się z sobą zawiasami wykonanymi ze spinek i stalowej linki (rys. 360).

Do zalet przenośników taśmowych zaliczyć należy dużą wydajność (do 200 T/godz i więcej), możliwość transportowania urobku nawet po wzniesieniu (do 18°) oraz spokojną i cichą pracę. Wadami przenośników



Rys. 360. Łączenie taśm gumowych
a — zaginanie spinek, b — spinki połączone linką



Rys. 361. Giętki przenośnik taśmowy

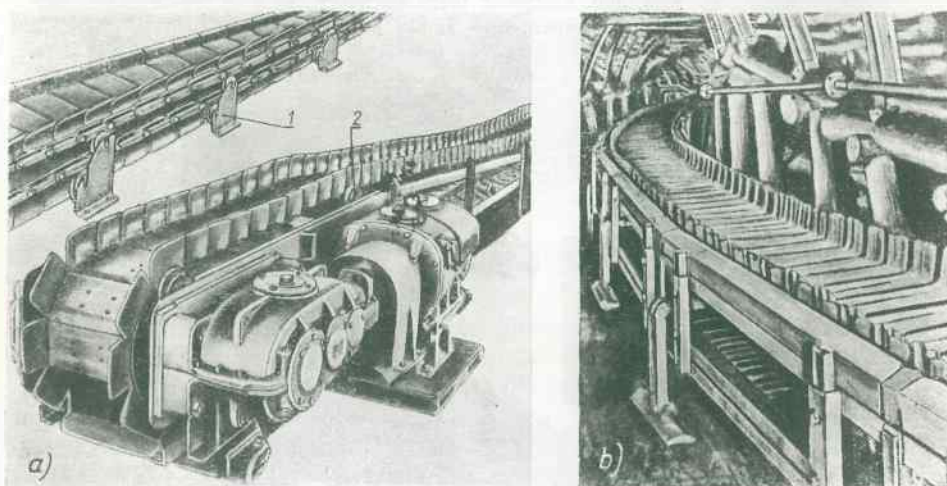
taśmowych jest konieczność układania ich i utrzymywania w linii prostej (inaczej taśma schodzi z kół i niszczy się), wrażliwość na uszkodzenia mechaniczne oraz większe koszty niż przenośników zgrzeblowych.

Ostatnio zaczyna się wprowadzać giętkie przenośniki taśmowe (rysunek 361), w których falista taśma jest przytwierdzona i napędzana łańcuchem ogniowym (szczegół a). Do podtrzymywania taśmy wraz z łań-

cuchem nie stosuje się krążników, lecz specjalne wózki (patrz szczegól b), których krążki toczą się po prowadnikach przytwierdzonych do ramy przenośnika. Przenośniki tego rodzaju pozwalają na przechodzenie taśmy po łukach o promieniu 5 do 10 m bez obawy niszczenia taśmy i wysypywania urobku.

e. Odstawa przenośnikami płytowymi

Przenośniki płytowe są stosowane w chodnikach odbierających urobek z wyrobisk eksploatacyjnych i przekazujących go urządzeniom transportu głównego. Cechą charakterystyczną ich konstrukcji (rys. 362 a) są dwa ruchome łańcuchy bez końca napięte na gwiazdkach napędu i zwrotni. Do łańcuchów są przymocowane korytowe płyty wzajemnie zachodzące na siebie i tworzące rodzaj taśmy. Łańcuchy są albo podtrzymywane wspornikami 1 zaopatrzonymi w krążki, albo też za pomocą krążków 2 prowadzone po listwach prowadniczych.



Rys. 362. Przenośniki płytowe

a — sztywne, b — giętkie

Przenośniki płytowe wymagają nader starannego ułożenia, a ponieważ są ciężkie, znajdują zastosowanie tylko w wyrobiskach prostych oraz mających służyć przez dłuższy czas. Niestety chodniki odbierające urobek często bywają rozmaicie pokrzywione. Względny te zadecydowały o budowie giętkich przenośników płytowych. Są one (rys. 362 b) najczęściej jednołańcuchowe, aczkolwiek mogą też być dwułańcuchowe. Pozwalają one na przechodzenie taśmy płytowej po łukach o promieniu 15 do 30 m.

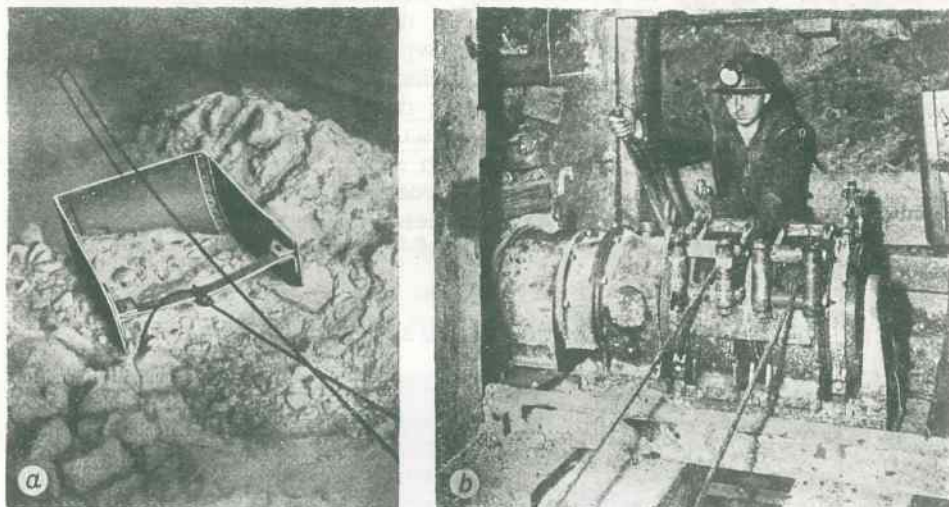
f. Odstawa zgarniarkami

Pierwowzorem tego rodzaju odstawy było wygarnianie urobku za pomocą *grac*. Umieszczenie następnie powiększonej gracy na linie, poruszanej za pomocą kołowrotu, stworzyło sposób odstawy zgarniarkami.

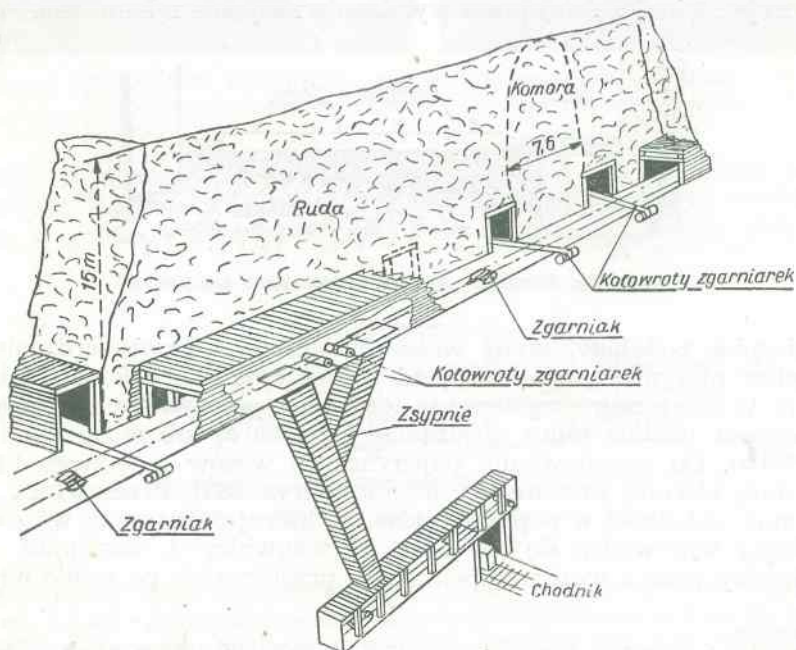
Urządzenie składa się z dużego (0,5 do 3,0 m³) zgarniaka w postaci kwadratowej (rys. 363 a) lub podkowiatej skrzyni bez dna, wpiętej mię-

dzy dwie liny, ciągnącą i zwrotną, nawijające się na dwa bębny kołowrotu (rys. 363 b). Lina zwrotna przechodzi przez krążek umocowany w przodku podobnie jak przy ładowarkach zgarniakowych (patrz rysunek 126). Przy ruchu roboczym (w stronę kołowrotu) pracuje lina ciągnąca czerpak, który napełnia się urobkiem i przesuwa po spągu do miejsca załadunku.

Odstawa zgarniarkami jest bardzo prosta i chętnie stosowana w kopalniach soli i rud (rys. 364), a niekiedy i w kopalniach węgla.



Rys. 363. Zgarniarka w kopalni soli
a — zgarniak, b — kołowrót i wlot do zsypni



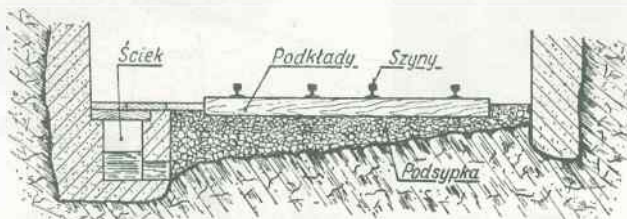
Rys. 364. Schemat zastosowania zgarniarek w kopalni rudy

Przewóz, czyli transport urobku za pomocą środków kołowych, odbywa się przeważnie po *torach szynowych* za pomocą wozów kopalnianych. Dopiero w okresie przed ostatnią wojną zaczęto w USA stosować przewóz *beztorowy* w wozach oponowych.

Transport wozami po torach szynowych starano się w ubiegłych latach stosować wszędzie, gdzie to tylko było możliwe, zaczynając od przodków aż do szybu. Względy te powodowały konieczność budowy wozów możliwie małych wymiarów, pozwalających na doprowadzenie ich aż do przodków wybierkowych. W związku z wprowadzeniem do kopalń przenośników odstawiających urobek z pól eksploatacyjnych przewóz w wozach ogranicza się obecnie coraz bardziej do głównych chodników transportowych. Równocześnie z tym tory i wozy uległy znacznemu unowocześnieniu: wąskie tory o lekkich szynach zastąpiono normalnymi o ciężkich szynach, dawne małe półtonowe wozy kopalniane zastąpiono wozami dużymi. Dzięki temu przewóz podziemny ulega modernizacji i upodabnia się do przewozu powierzchniowego.

a. Tory szynowe i wozy kopalniane

Tor szynowy w kopalniach podziemnych (rys. 365) składa się z tych samych części, co w kopalniach odkrywkowych, tj. z podtorza i nawierzchni torowej, którą tworzy podsypka i podkłady z przymocowanymi do nich szynami. *Podtorzem* w kopalni podziemnej jest zazwyczaj spąg wyrobiska. Jeżeli jest on poziomy, odpowiednio twardy i nie pęczniejący, służy wprost za podtorze. W przypadku spągu pochyłego musi on być odpowiednio wyrównany. Lokalne zagłębienia napotkane w chodnikach wyrównuje się najczęściej przez wykonanie nasypów z kamienia.

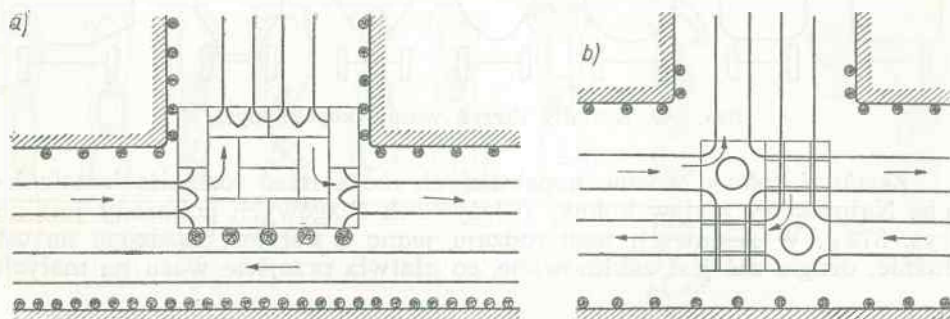


Rys. 365. Przekrój kopalnianego toru szynowego

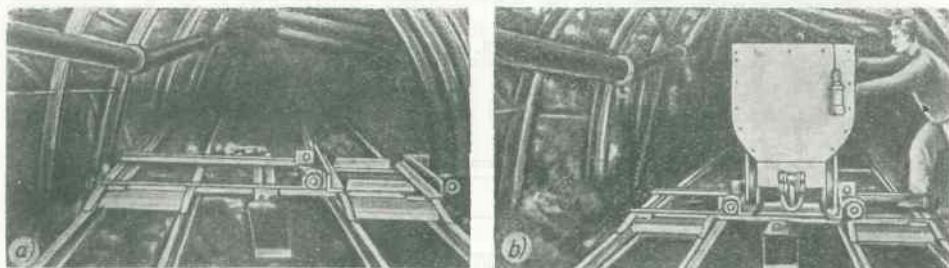
Podsypka, podkłady, szyny wraz ze złączami i przytwierdzeniem do podkładów niczym się nie różnią od tychże części toru kopalń odkrywkowych. W miejscach rozgałęzienia torów dla pojedynczych wozów, można stosować *gładkie płyty rozjazdowe* (rys. 366 a) lub *płyty rowkowane* (rys. 366 b). Do przestawiania pojedynczych wozów z jednego toru na drugi służą również *przesuwnice wozów*¹⁾ (rys. 367). Przesuwnica składa się z ramy układanej w poprzek torów, po której porusza się wózek. Wóz kopalniany wprowadza się na wózek przesuwniczy i następnie wózek przesuwniczy wraz z wozem kopalnianym przetacza się po ramie na drugi tor.

¹⁾ Polskie konstrukcje przesuwnic wozów ulepszone w 1950 r. przez Z. Mandatę są uruchamiane cylindrami pneumatycznymi.

Rozgałęzienia dla pociągów wykonywane są w postaci różnego rodzaju rozjazdów (patrz rys. 335), gdzie przez odpowiednie ustawienie iglic zwrotnicy można uzyskać żądany kierunek ruchu pociągu. Obok tego rodzaju rozjazdów wbudowanych na stałe w torach stosuje się również przesuwne rozjazdy nakładane (rys. 368) umożliwiające bądź przejazd z jednego toru na drugi, bądź też wymianę wozów w przodku.

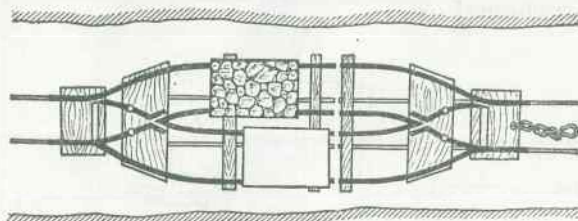


Rys. 366. Płyty rozjazdowe
a — gładka, b — rowkowana



Rys. 367. Przesuwница wozów z jednego toru na drugi
a — przed wtczeniem wozu, b — podczas przesuwania wozu

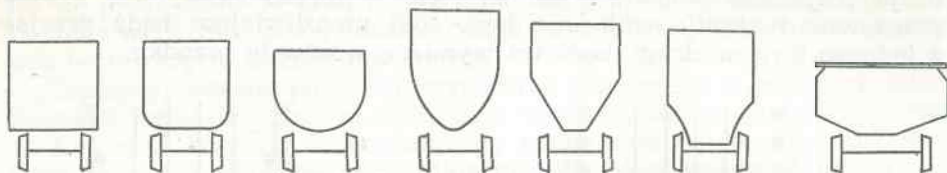
Wóz kopalniany składa się ze skrzyni, ramy lub podłużnic, zestawów kołowych i sprzęgów. Na rys. 369 podano kształty skrzyń wozów spotykane w polskich kopalniach węgla. Rozróżnia się obecnie dwa rodzaje



Rys. 368. Rozjazdy nakładane na tory

wozów: wozy małe o pojemności do $1,5 \text{ m}^3$ oraz wozy duże o pojemności ponad $1,5 \text{ m}^3$. Znormalizowany mały wóz kopalniany pokazano na rysunku 370, duży wóz kopalniany (pięciotonowy) na rys. 371. Małe wozy kopalniane osadza się bądź bezpośrednio na zestawie kołowym, bądź znacz-

nie częściej na podłużnych belkach noszących nazwę *podłużnic*. Duże wozy osadza się zazwyczaj na *ramach*, przy czym między ramę i zestawy kołowe daje się resory.



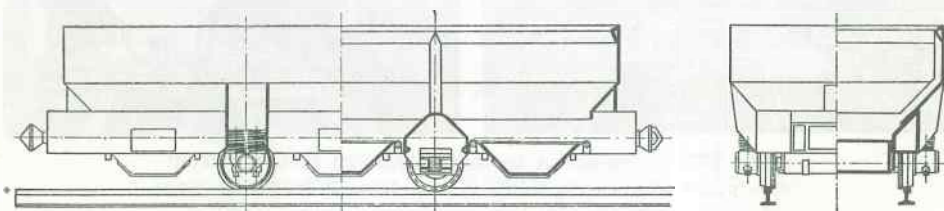
Rys. 369. Kształty skrzyń wozów kopalnianych

Zestawy kołowe wozów kopalnianych mogą mieć różną konstrukcję. Najprostszy zestaw kołowy o łożyskach ślizgowych pokazany jest na rys. 372 a. W zestawach tego rodzaju jedno z kół jest osadzone na osi łożnie, drugie zaś jest zaklinowane, co ułatwia przejście wozu na małych

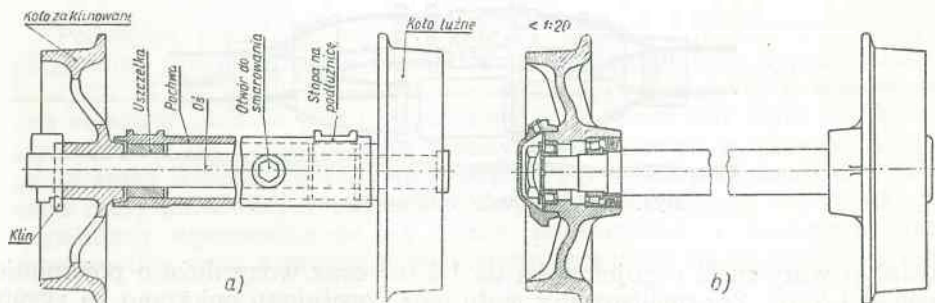


Rys. 370 (z lewej). Mały wóz kopalniany

Rys. 371 (u dołu). Duży wóz kopalniany



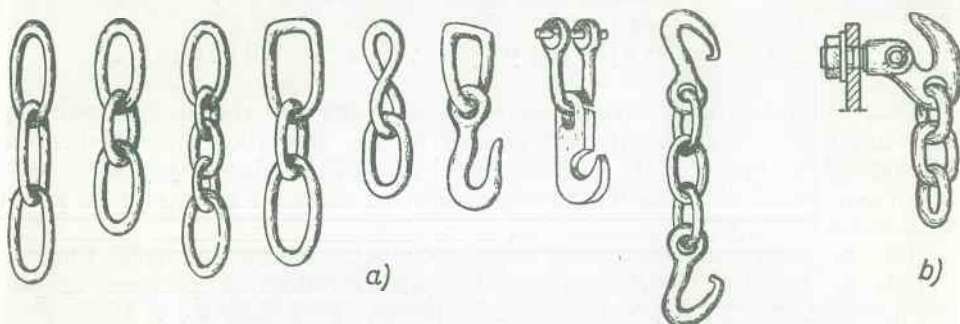
łukach spotykanych zwykle w kopalniach. Obecnie są w użyciu przeważnie zestawy o łożyskach tocznych stożkowych (rys. 372 b), mających mały współczynnik tarcia i pozwalających na niezależne obracanie się kół względem nieruchomej osi.



Rys. 372. Zestawy kołowe wozów kopalnianych

a — o łożyskach ślizgowych, b — o łożyskach tocznych stożkowych

Sprzęgi służą do łączenia poszczególnych wozów z sobą oraz z urządzeniem napędowym (lina, łańcuch, lokomotywa itp.). Na rys. 373 *a* pokazane są różne rodzaje *sprzęgów zdejmowanych*, które zakłada się na odpowiednie haki przymocowane do ram wozów. Sprzęgi tego rodzaju łatwo jest zgubić, a w podszybiach muszą być one stale przenoszone ze strony wozów pełnych na stronę wozów próżnych. Dlatego też znacznie częściej



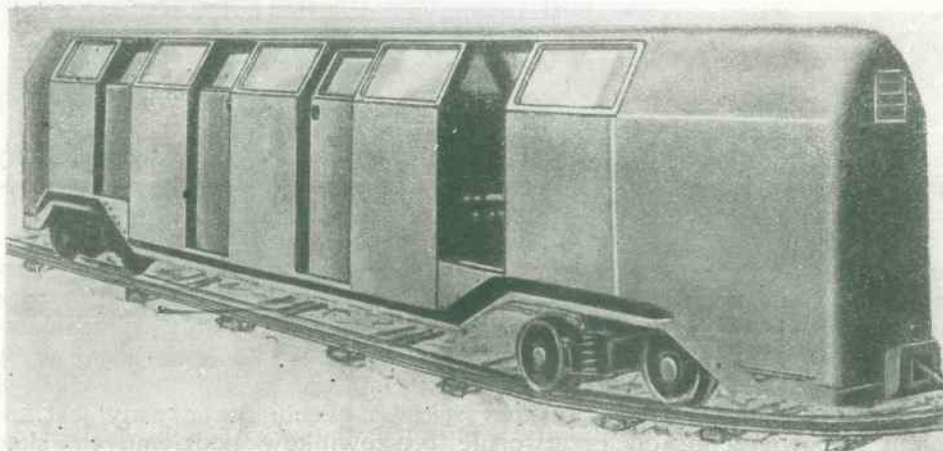
Rys. 373. Sprzęgi
a — zdejmowane, b — stałe

stosowane są *sprzęgi stałe przymocowane do wozów* (rys. 373 *b*). W rzadkich przypadkach i tylko przy bardzo dużych wozach stosuje się *sprzęgi automatyczne*. Przy wyciąganiu urobku skipami, a więc gdy wozy w podszybiu muszą być wywracane, stosuje się *sprzęgi obrotowe* umożliwiające wywracanie pojedynczych wozów bez ich odczepiania od pociągu.



Rys. 374 (z lewej). Wóz do transportowania drewna

Rys. 375 (u dołu). Wóz osobowy do przewożenia załogi

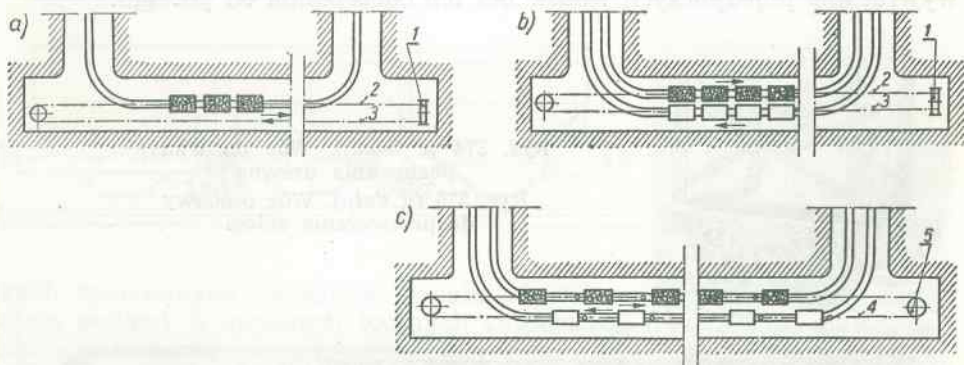


Do przewożu drewna stosuje się w kopalniach wóz (rys. 374), w których na podwoziu zamiast skrzyni umieszczone są kłonicie uniemożliwiające stoczenie się drewna na boki. Do przewożu ludzi z podszybia do odległych pól eksploatacyjnych używa się *wozów osobowych* (rys. 375). Są one zaopatrzone w daszek, ławki oraz drzwi lub łańcuszki zabezpieczające wejścia. Wozy te są zazwyczaj resorowane.

b. Przewóz szynowy po torach poziomych

Przewóz po torach poziomych może się odbywać ręcznie, za pomocą koni lub mechanicznie. Przewóz *ręczny* stosuje się tylko przy niedużych odległościach. Przewóz za pomocą koni stosowano dawniej przy większych odległościach; dziś ten rodzaj przewożu zanika i zastępuje go przewóz mechaniczny.

Do najstarszych sposobów mechanicznych należy *przewóz linowy*. Polega on na tym, że kołowrót 1 napędzany silnikiem porusza za pomocą dwóch lin 2 i 3 pociąg próżny i pełny, składające się z kilkunastu wozów bądź na przemian po jednym torze (rys. 376 a), bądź też po dwóch torach (rys. 376 b). Znacznym ulepszeniem przewożu linowego jest przewóz za pomocą *liny bez końca* 4 (rys. 376 c) napędzanej tarczą 5. Do liny tej doczepia się wozy za pomocą zacisków i łańcuchów. Napęd liny bez końca pokazano na rys. 377. W celu umożliwienia ruchu w chodnikach krętych lina musi być prowadzona na krążkach kierowniczych, które równocześnie służą do podtrzymywania liny.



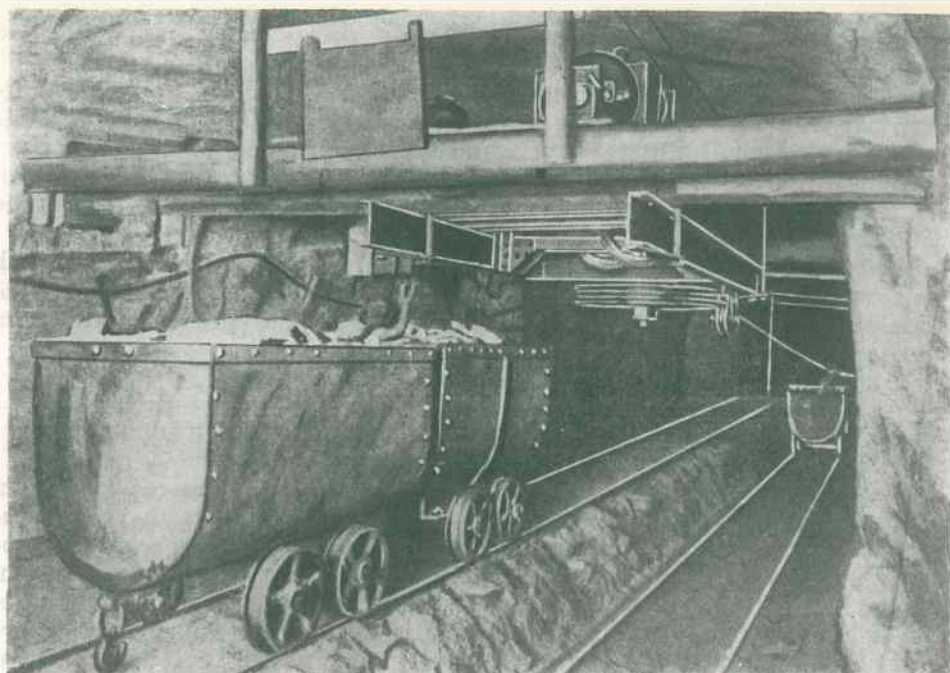
Rys. 376. Przewóz linowy

a — po jednym torze, b — po dwóch torach, c — liną bez końca

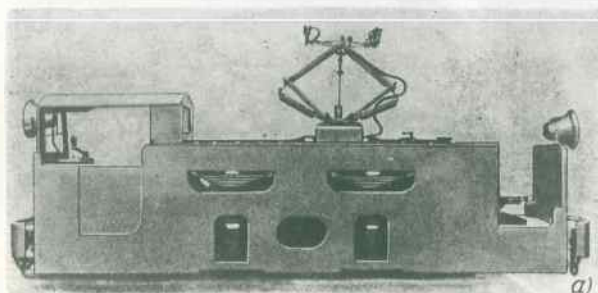
Przewóz *lokomotywowy* jest obecnie najbardziej rozpowszechniony przy transporcie na znaczną odległość, przy czym stosuje się w podziemiu kopalni lokomotywy elektryczne, spalinowe i pneumatyczne.

Lokomotywy elektryczne, czyli *elektrowozy*, mogą być albo *przewodowe* (rys. 378 a), do których prąd doprowadza się przewodem ślizgowym i zbierakiem do silnika, odprowadza się zaś za pomocą szyn, albo też *akumulatorowe* (rys. 378 b) pobierające energię z baterii akumulatorów znajdujących się na podwoziu elektrowozu. W kopalniach gazowych można stosować tylko elektrowozy akumulatorowe.

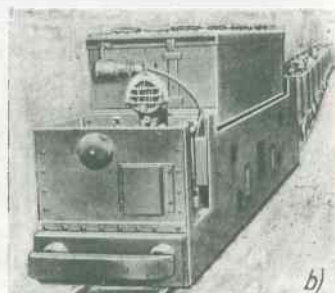
Prąd elektryczny (zmienny) o wysokim napięciu dostarczany jest kablem z powierzchni do przetwornic prostowników podziemnych, skąd



Rys. 377. Napęd liny bez końca

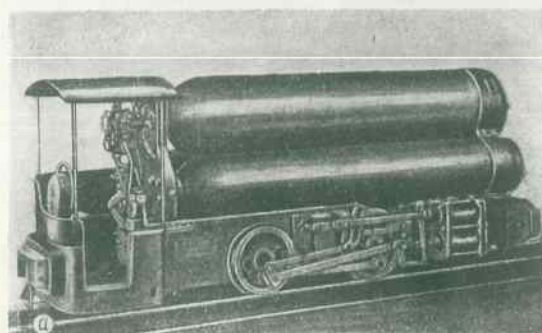


a)



b)

Rys. 378. Podziemne elektrowozy
a — przewodowy, b — akumulatorowy



a)



b)

Rys. 379. Podziemne lokomotywy
a — pneumatyczna, b — spalinowa

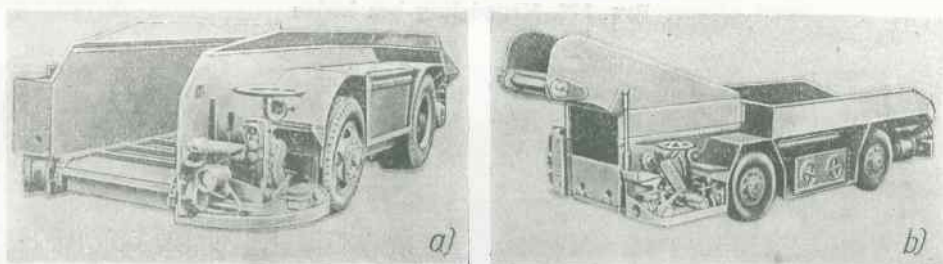
już jako prąd stały wysyłany jest zależnie od przeznaczenia bądź do przewodów ślizgowych, bądź też do stacji ładowania akumulatorów.

Lokomotywy pneumatyczne (rys. 379 a) mają silnik tłokowy napędzany powietrzem sprężonym, które pod ciśnieniem 100 do 150 at znajduje się w zbiornikach stalowych umieszczonych na lokomotywie. Zbiorniki napełnia się w podszybiu z większego zbiornika połączonego rurociągiem ze sprężarką. Lokomotywy tego rodzaju są zupełnie bezpieczne w kopalniach gazowych, napęd ich jest jednak kosztowny.

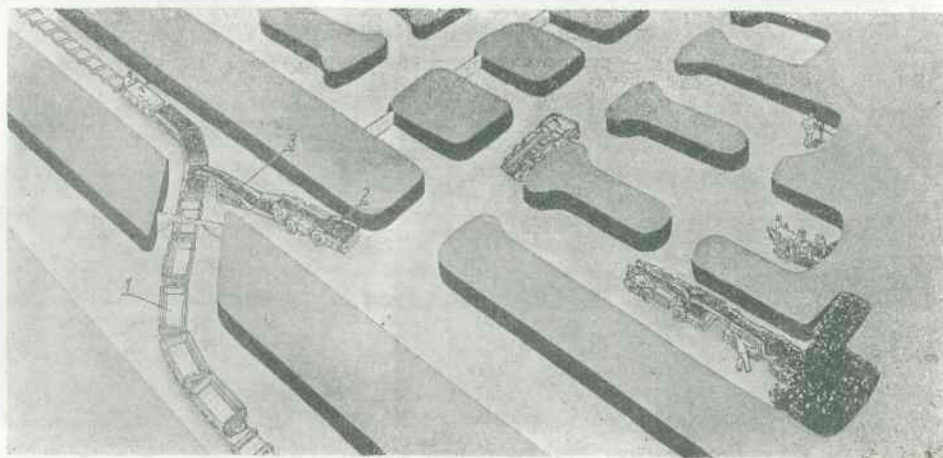
Lokomotywy spalinowe (rys. 379 b) mają silniki napędowe ropne lub benzynowe. Wytwarzają znaczną ilość spalin zatruwających powietrze kopalniane, toteż stosowane bywają najczęściej w prądach powietrza wychodzących z pól eksploatacyjnych.

c. Przewóz oponowy po drogach poziomych

W ostatnim ćwierćwieczu coraz częściej do podziemnego przewozu urobku wchodzi w użycie *wozy oponowe* (rys. 380). Jest to rodzaj dużych (2,5 do 10 m³) samochodów ciężarowych ustawionych na podwoziach oponowych i napędzanych silnikami elektrycznymi zasilanymi z sieci lub też baterii akumulatorów. Skrzynia wozu oponowego ma jedną ścianę otwartą, drugą zaś wykonaną w postaci leja załadowniczego (rysunek 380 a) lub podawarki zgrzeblowej (rys. 380 b). Po dnie skrzyni



Rys. 380. Wozy oponowe
a — z lejem załadownczym, b — z podawarką wyladowczą



Rys. 381. Przewóz urobku w wyrobiskach komorowych

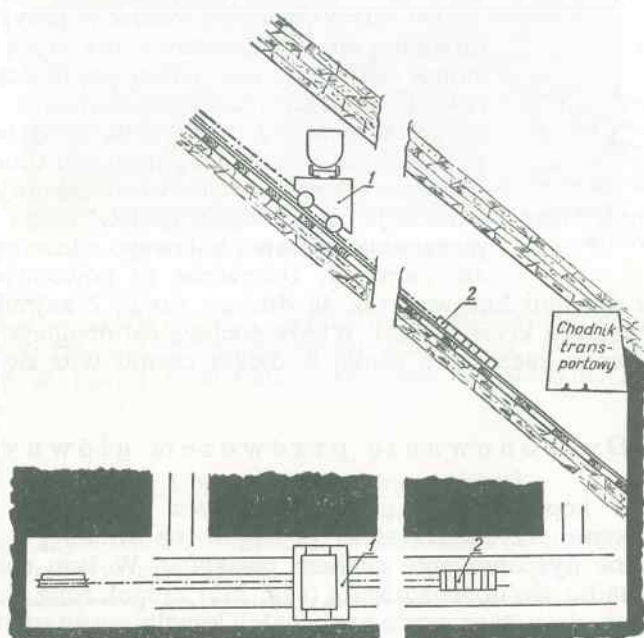
poruszają się dwa łańcuchy zaopatrzone w mocne zgrzebła. Łańcuchy te podczas ładowania wozu i transportowania urobku są nieruchome. Podczas wyładowywania urobku natomiast są wprowadzane w ruch, dzięki czemu urobek znajdujący się w skrzyni wozu jest bezpośrednio zsypywany na przenośniki (patrz rys. 263), bądź też za pomocą podawarki wprost ładowany do wozów. W razie ładowania wozów 1 (rys. 381) z wozów oponowych 2 nie mających podawarki konieczne jest użycie dodatkowej podawarki zgrzeblowej 3.

Wozy oponowe znajdują szerokie zastosowanie w USA do przewozu urobku z przodków komorowych do chodnika transportowego.

d. Przewóz szynowy po torach pochyłych

Przewóz urobku po torach pochyłych może mieć dwa kierunki z góry w dół (w pochylniach) lub też z dołu do góry (w upadowych). W obu przypadkach przewóz szynowy odbywa się wyłącznie linami.

Do przewozu w *pochylniach* wykorzystuje się zwykle siłę ciężkości wozów ładownych, które opuszczane w dół wyciągają równocześnie wozy próżne do góry. Prędkość wozów reguluje się za pomocą bębnow lub *tarcz hamulczych*, przez które przechodzi lina w górnej części pochylni.

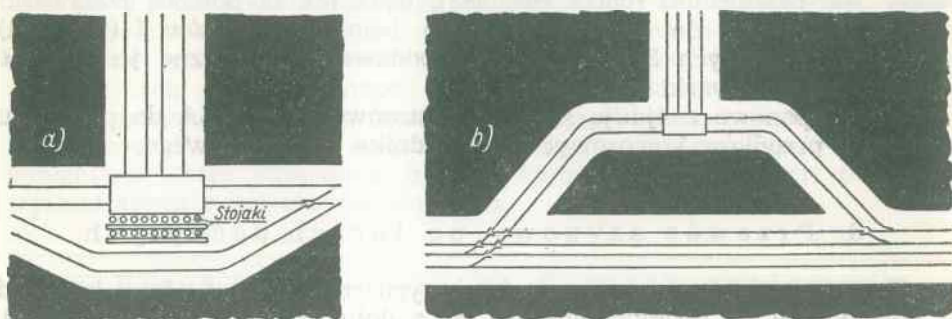


Rys. 382. Podwózek pochylniany

Przewóz w *upadowych* odbywa się za pomocą kołowrotów o napędzie powietrznym lub elektrycznym.

Zarówno w pochylniach, jak i upadowych stosuje się również liny bez końca. Przy nachyleniu powyżej 25° zachodzi potrzeba użycia podwózka 1 i przeciwcieżaru 2 (rys. 382) przyczepionych do obu końców liny.

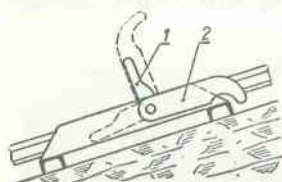
Ze względu na duże niebezpieczeństwo dla życia ludzkiego w razie zerwania się liny lub odłączenia się wozu surowo wzbronione jest jeżdżenie w wozach oraz chodzenie po pochylni przewozowej. Dla ruchu ludzi przewidziane są osobne (równoległe) *pochylnie obchodowe*. Połą-



Rys. 383. Zabezpieczenia pod pochylnią

a — zawarcie, b — objazd

czenie pochylni z dolnym chodnikiem przewozowym musi być odpowiednio zabezpieczone za pomocą tzw. *zawarcia* z muru lub stojaków (rys. 383 a) albo też przez urządzenie *objazdu* pod pochylnią (rys. 383 b).



Rys. 384. Pochylniany łapacz wozów

Do zatrzymywania wozów w przypadku ich odłączenia się lub zerwania liny służą *łapacze* (rysunek 384). Przy normalnej prędkości wozu w pochylni pochwa każdego zestawu kół potrąca o krótsze ramię 1 dźwigni kątowej łapacza z nieznaną siłą, tak że jedynie unosi dłuższe ramię 2. W razie oderwania się wozu od liny nabiera on znacznej prędkości, wskutek czego pochwa osi pierwszego zestawu kołowego silnie uderza o krótsze ramię 1. Uderzenie to powoduje gwałtowne przechylenie dźwigni kątowej, tak że dłuższe ramię 2 zajmuje położenie stojące (na rysunku kreskowane). Wtedy pochwa osi drugiego zestawu kołowego tego wozu zacze-
pia o ramię 2, dzięki czemu wóz się zatrzymuje.

e. Dysponowanie przewozem głównym

W dużych kopalniach węgla, gdzie przez podziemną stację rozrządową poziomu przechodzą setki pociągów na zmianę, konieczne jest scentralizowane dysponowanie ruchem pociągów. W tym celu w pobliżu podszybia urządza się *dyspozytornię* (rys. 385) zaopatrzoną w *plan świetlny* 1 głównych dróg transportowych całej kopalni, nastawnię elektryczną 2 dla zwrotnic wszystkich torów, nastawnię sygnałów dla poszczególnych torów oraz łączność trolejfonową do poszczególnych lokomotyw.

Dyspozytor przebywając w dyspozytorni widzi na planie świetlnym tory zajęte przez pociągi (odcinki oświetlone) oraz tory wolne (odcinki ciemne). Kierowca elektrowozu podjeżdżając do każdego rozwidlenia toru zgłasza się za pomocą własnego trolejfonowego odbiornika nadawczo-odbiorczego (przesyłającego fale radiowe przewodem jezdnym lokomotyw) do dyspozytorni, gdzie zaświeca się odpowiednia żarówka. Dyspozytor włącza swój odbiornik nadawczo-odbiorczy, zapytuje o żądania

kierowcy i wydaje polecenia. Jeżeli tor jest wolny, nastawia zwrotnicę i włącza sygnał wjazdu. Po wjechaniu elektrowozu na wolny tor, zajęty odcinek natychmiast zostaje oświetlony na planie świetlnym. W ten spo-



Rys. 385. Dyspozytornia nowoczesnej kopalni

sób dyspozytor w każdej chwili pozostaje w łączności z wszystkimi kierowcami elektrowozów, a mając przed sobą plan świetlny doskonale orientuje się w ruchu wszystkich pociągów na danym poziomie kopalni.

46. Ciągnięcie urobku szybami

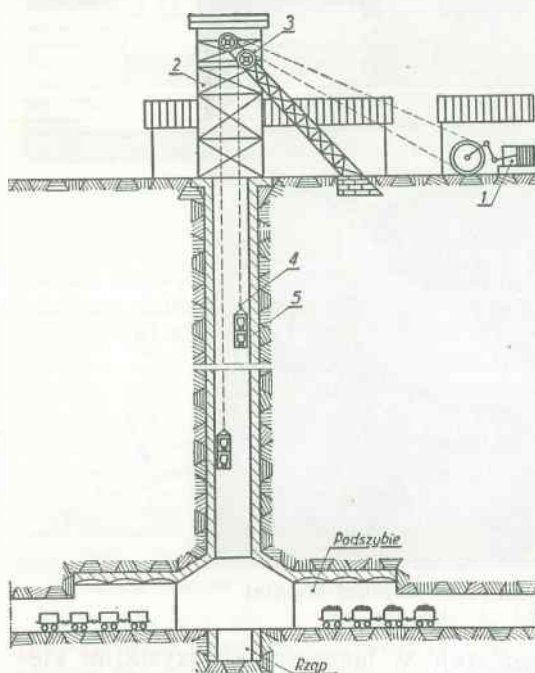
Ciągnięcie, czyli transport urobku w kierunku pionowym, odbywa się za pomocą wyciągów szybowych. Wyciąg szybowy (rys. 386) składa się z maszyny wyciągowej 1 i z wieży szybowej 2 z kołami kierującymi 3, przez które przechodzą liny 4 z maszyny wyciągowej do naczyń wydobywczych 5.

a: Naczynia wydobywcze

W początkach górnictwa do wyciągania urobku szybami stosowano *kubły drewniane* lub stalowe. Obecnie używa się ich tylko w czasie głębienia szybów (patrz rys. 81), powszechnie natomiast są stosowane *klatki* i *skipy*.

Klatki szybowe (rys. 387 a) są to naczynia wydobywcze, którymi urobek transportuje się w wozach wtaczanych w nie na podszybiach i wytaczanych na nadszybiach. Klatka składa się ze szkieletu 1, głowicy 2, zawiesia liny nośnej 3 i spodniej liny wyrównawczej 4, prowadnic 5 oraz łapadeł 6. Szkielet wykonuje się z kształtowników spawanych z sobą i osłoniętych dziurkowanymi blachami lub też z taśm blaszanych biegnących przez całą wysokość klatki i wzmocnionych tylko kształtownikami.

W klatkach urządza się pomosty dzielące je na kilka (1 do 6) pięter (rys. 387 b). Na każdym piętrze układa się podłogę i tor dla wozów. Po-



Rys. 386. Ogólny schemat wyciągu szybowego

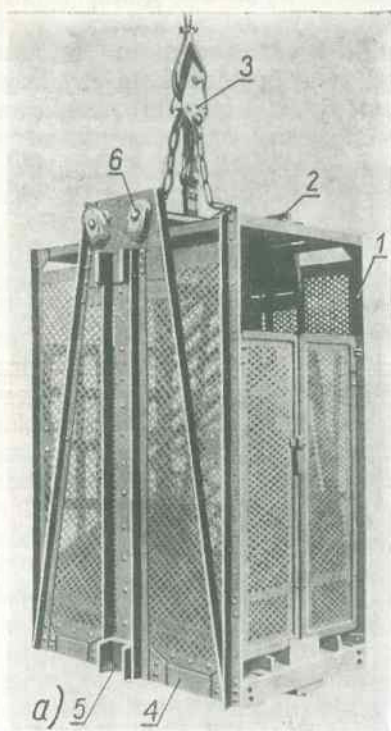
nadto każde piętro klatki wyposaża się w zabezpieczenia przed stoczeniem się wozów z klatki oraz w lekkie drzwi zakładane w czasie zjazdu lub wyjazdu ludzi. Wozy na piętrze ustawia się bądź pojedynczo, bądź po dwa za sobą lub obok siebie. Najczęściej klatki są czteropiętrowe o ustawieniu dwóch wozów za sobą.

Głowice klatki wykonuje się z kształtowników łączonych ze szkieletem i związanych z sobą czterema mocnymi dźwigarami. Dwa dźwigary środkowe 1 (rys. 388 a) służą do umocowania trzona głównego 2 klatki, do którego przymocowuje się zawiesie liny nośnej. Zawiesia te mogą być różne. Dąży się do takiej ich konstrukcji, aby najmniej niszczyły linę oraz były możliwie proste. Najlepsze z nich jest zawiesie pętlowe o sercówce 3 z samoczynnym do-

ciskiem liny. Kadłub sercówki łączy się dwoma przegubami 4 i 5 z trzmem głównym, dzięki czemu uzyskuje się połączenie liny nośnej 6 z klatką.

Najniższy pomost tworzący dno klatki zaopatruje się od spodu w ucho 7 (rys. 388 b) dla przymocowania zawiesia liny wyrównawczej. Najczęściej zawiesia te wykonuje się w postaci sercówki 8 z łukami 9 i 10. Na sercówce umocowuje się płaską linę wyrównawczą 11 za pomocą zacisków.

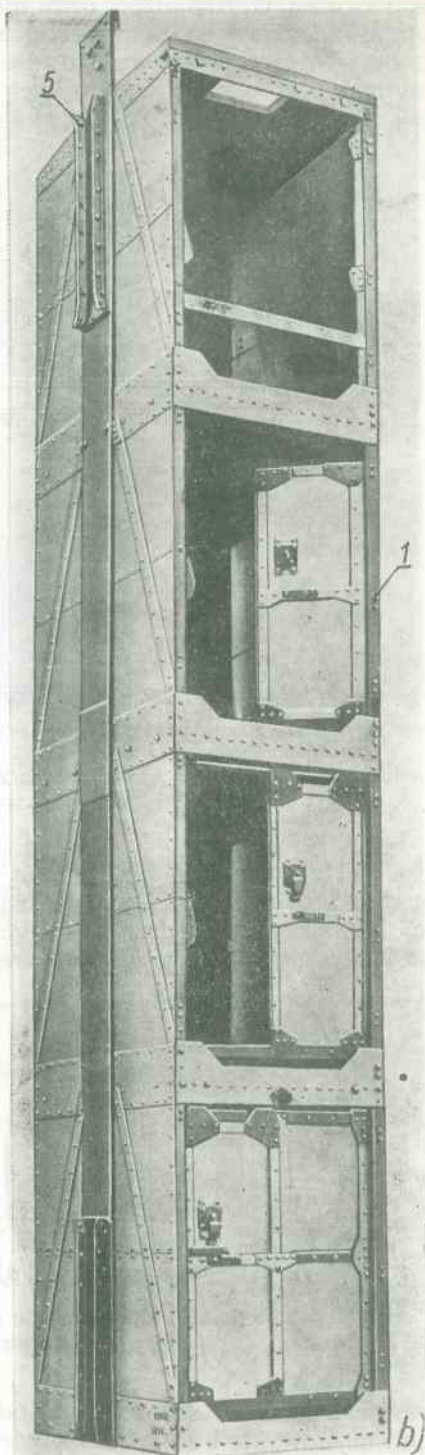
W celu prostoliniowego prowadzenia klatek w szybie uzbraja się szyb na całej głębokości w podłużne belki drewniane lub stalowe 1, zwane prowadnikami. Można je umieścić albo z boków klatki (rys. 389 a), albo też ze stron czołowych (rys. 389 b). W ostatnim przypadku są one przerywane w podszybiach i na nadszybiach i zastąpione prowadnikami naróżnymi. Do ścian klatek przytwierdza się prowadnice 2, które obejmując prowadniki nie pozwalają na wahanie się klatek i tym samym zapewniają spokojny ich ruch w szybie. Prowadnice wykonuje się w postaci stalowych odlewów w kształcie koryt (patrz rys. 387). Ostatnio zaczyna



Rys. 387. Klatki szybowe

a — jednopiętrowa, b — czteropiętrowa

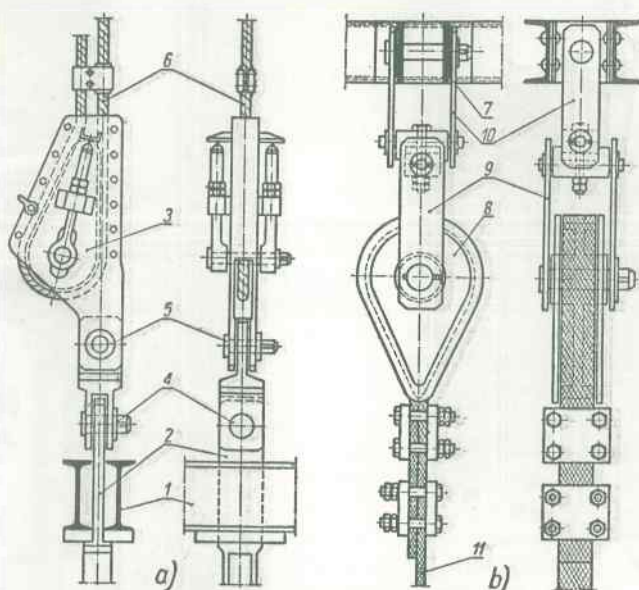
1 — szkielet, 2 — głowica, 3 — zawieszanie liny nośnej, 4 — zawieszanie liny wyrównawczej, 5 — prowadnica, 6 — łapadła



b)

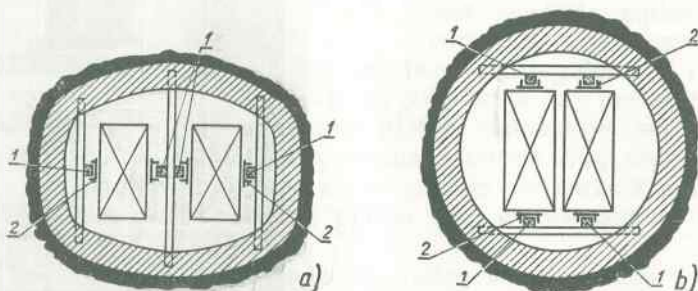
się również wprowadzać prowadnice krążkowe wyłożone gumą (rysunek 390), które łagodzą wszelkie wstrząsy.

Łapadła (*spadochrony*) są urządzeniami, których zadaniem jest zatrzymać klatkę na przewodnikach szybowych w razie urwania się liny. Spośród różnych konstrukcji najczęściej stosuje się łapadła szczękowe



Rys. 388. Zawiesia pętlowe
a — liny nośnej, b — płaskiej liny wyrównawczej

(rys. 391). Normalnie klatka wisi na sprężynie 1, a więc napina ją swoim ciężarem i szczęki 2 łapadeł są rozchylone. W chwili jednak zerwania się liny sprężyna 1 przestaje być obciążona ciężarem klatki i rozprężając się pociąga dźwignie 3, które powodują obrót szczęk 2 na czopach



Rys. 389. Umieszczenie przewodników klatki w szybie
a — boczne, b — czołowe

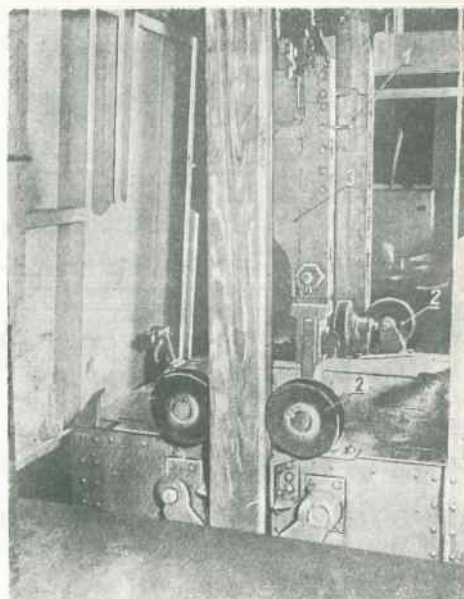
przytwierdzonych do głowicy klatki. Szczęki zaciskają się na przewodnikach szybowych i zatrzymują zerwaną klatkę. W ten sposób proste stosunkowo urządzenie, jakim jest łapadło, pozwala uniknąć katastrofalnych następstw w razie zerwania się liny.

Skipy szybowe są to duże kubły pojemności 5 do 15 T urobku, zaopatrzone, podobnie jak klatki, w głowice, zawiesie liny nośnej i wyrównawczej, w prowadnice oraz łapadła. Są one budowane w dwóch różnych odmianach. *Skipy wywrotne* (rysunek 392 a) wyładują urobek przez wywrócenie kubła (pozycje I, II, III) wskutek wejścia na krzywki prowadnicze 1.

Skipy z otwieralnym dnem (rysunek 392 b) wyładują urobek przez odchylenie dna kubła 2. W tym celu dno kubła osadzone jest na zawiasach 3 i połączone z dźwigniami przegubowymi 4 i 5. Na przegubie dźwigni znajduje się krążek 6, który w szybie przyciśnięty jest do skipu prowadnikami. Na nadszypi krążek ten wchodzi w krzywki prowadnicze 7, a wskutek ruchu skipu w górę i działania dźwigni 4 i 5 dno się odchyła i urobek wysypuje się ze skipu. Przy powrotnym ruchu dno się zamyka.

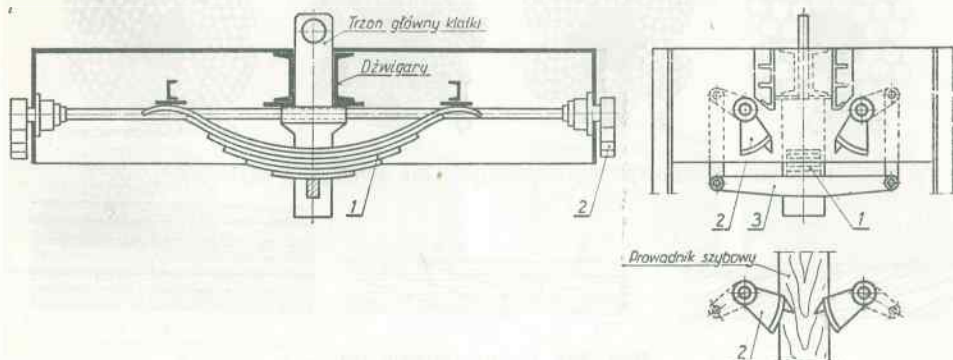
Skipy, zwłaszcza z otwieralnym dnem, są obecnie coraz szerzej stosowane do transportu urobku w szybach zamiast klatek. Przyczyną tego jest znacznie mniejszy ciężar własny skipu w stosunku do ciężaru własnego klatki wraz z wozami.

Załadowanie i wyładowanie skipów jest całkowicie zautomatyzowane, co pozwala na skrócenie czasu przeznaczonego na te czynności. Poza tym wozy kończą swój bieg już w podszybiu, a więc szybciej mogą powracać



Rys. 390. Prowadnice klatek o trzech krążkach wyłożonych gumą

1 — prowadniki, 2 — krążki prowadniczy, 3 — zawiesie

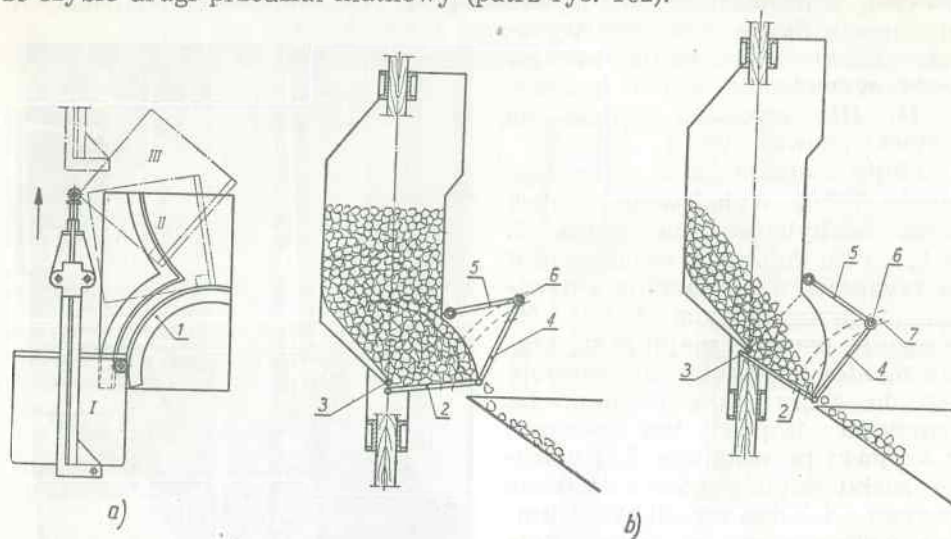


Rys. 391. Łapadło klatki i jego działanie

do pól eksploatacyjnych. Niestety w skipach silnie rozdrabia się urobek (dodatkowy przeładunek) oraz niemożliwy jest zjazd załogi i transport materiałów.

Ostatni wzgląd zdecydował o budowie naczynia zwanego *skipo-klatką*,

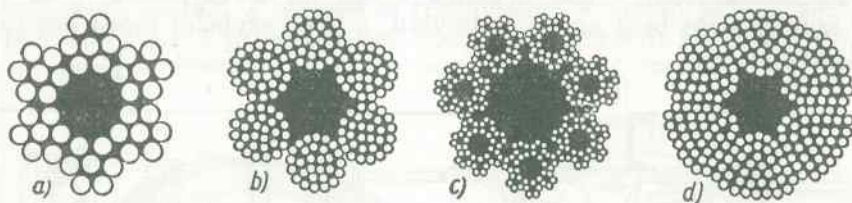
w którym nad dolną częścią zawierającą skip dodaje się jedno piętro klatki. Częściej jednak obok wyciągu skipowego przewiduje się w tym-
że szybie drugi przedział klatkowy (patrz rys. 102).



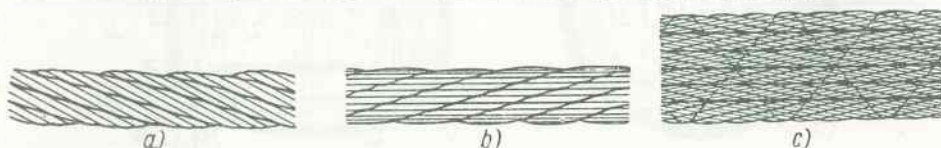
Rys. 392. Skipy
a — wywroty, b — z otwieralnym dnem

b. Liny wyciągowe

Do wyciągów szybowych używa się wyłącznie lin splatanych z drutów stalowych grubości 1 do 3 mm. Poszczególne druty są splecione dookoła duszy konopnej w *skrętki*, które znów splata się z sobą, przez co otrzymuje się liny o różnym przekroju (rys. 393). W większości przy-



Rys. 393. Przekroje lin używanych do wyciągów szybowych

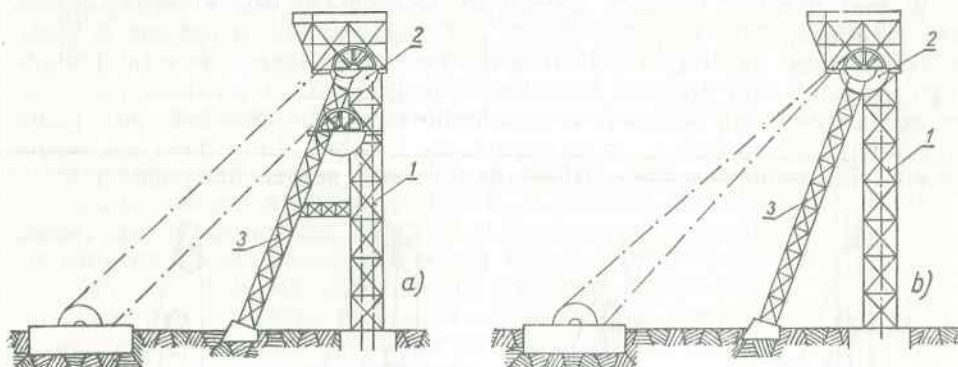


Rys. 394. Różne rodzaje lin
a — współzwita, b — przeciwzwita, c — płaska

padków jako lin nośnych wyciągów używa się *lin okrągłych współzwitych* (rys. 394 a) lub też *przeciwzwitych* (rys. 394 b). Liny płaskie (rysunek 394 c) natomiast znajdują szersze zastosowanie jako liny wyrównawcze (patrz rys. 388).

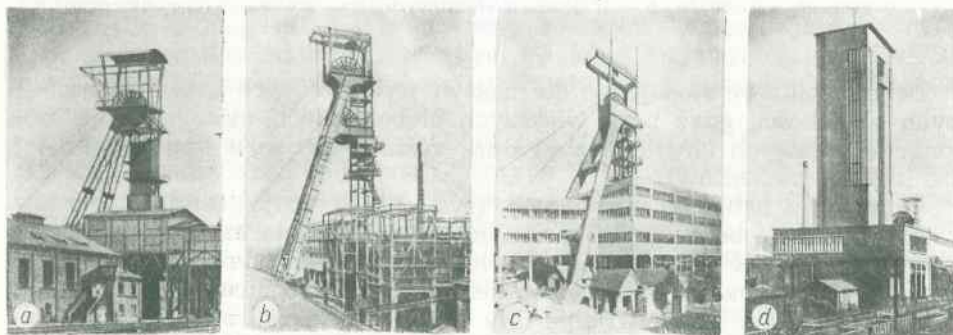
c. Wieże szybowe

Wieże szybowe służą do umieszczania kół linowych kierujących liny z maszyny wyciągowej do szybu. Najczęściej wieże są wykonywane w postaci stalowych konstrukcji kratownicowych (rys. 395) i składają się z trzona 1, głowicy 2 oraz zastrzału 3. Koła linowe mogą znajdować się na wieży albo na różnych poziomach (rys. 395 a), albo też na jednym poziomie obok siebie (rys. 395 b). Przy bliskim ustawieniu maszyny wy-



Rys. 395. Szybowe wieże wyciągowe konstrukcji kratownicowej o kołach kierujących
a — na różnych poziomach, b — na jednym poziomie

ciągowej wieże mogą być bez zastrzałów. Na rys. 396 pokazano widoki wież różnych konstrukcji. Mogą one mieć zastrzały kratownicowe (rysunek 396 a) i ramowe (rys. 396 b). Znacznie rzadziej wieże szybowe wykonane są z żelbetu (rys. 396 c). Maszyny wyciągowe umieszcza się niekiedy wprost na głowicy wieży (rys. 396 d). Ten rodzaj wież jest szczególnie wskazany dla wielolinowych maszyn wyciągowych.



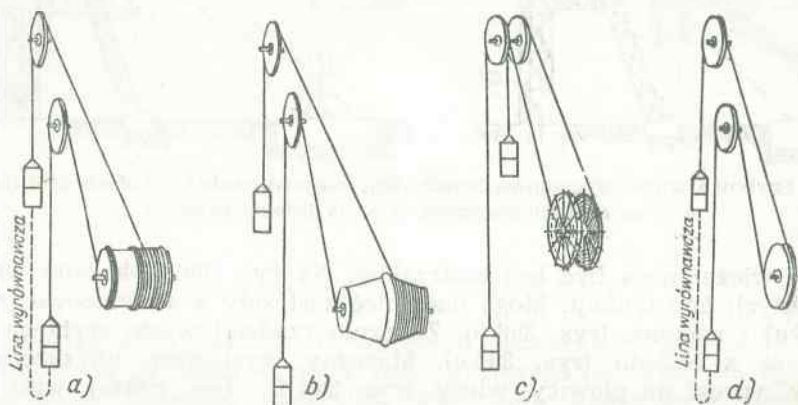
Rys. 396. Różne rodzaje szybowych wież wyciągowych

a — stalowa kratownicowa o kołach kierujących na jednym poziomie, b — stalowa ramowa o kołach kierujących na różnych poziomach, c — żelbetowa o kołach kierujących na jednym poziomie, d — żelbetowa z maszyną wyciągową na głowicy

Wysokość wieży zależy od poziomu nadszybia nad powierzchnią ziemi, od wysokości klatki szybowej oraz od przyjętej rezerwy wysokości niezbędnej dla uniknięcia niebezpieczeństwa zerwania liny w razie niezahamowania na czas maszyny wyciągowej. Całkowita wysokość wież waha się najczęściej w granicach od 30 do 50 m.

Maszyny wyciągowe w zasadzie są wielkimi kołowrotami napędzanymi silnikami elektrycznymi lub parowymi. Służą one do poruszania w szybie lin wraz z zawieszonymi na nich naczyniami wydobywczymi. Zależnie od konstrukcji rozróżnia się maszyny wyciągowe o bębnach walcowych, o bębnach stożkowych, z cewami (bobinami) oraz z kołami pędnymi.

W maszynach o bębnach walcowych (rys. 397 a) bębny osadza się na wale w ten sposób, że jeden z nich jest zaklinowany, drugi zaś w razie potrzeby może być łatwo poluzowany. Jest to konieczne w celu dokładnego uregulowania długości lin, które z biegiem czasu wydłużają się. Liny są nawinięte na bębnach w przeciwną stronę, wobec tego gdy jedna lina nawija się na bęben, druga odwija się z bębna. Liny nawijają się na bęben tylko jedną warstwą, dzięki czemu unika się ich niszczenia.



Rys. 397. Schematy różnych odmian maszyn wyciągowych jednolinowych

a — o bębnach walcowych, b — o bębnach stożkowych, c — z cewami (tzw. bobinami),
d — z kołem pędnym

Bębny walcowe stosuje się do maszyn wyciągających urobek z mniejszych głębokości, gdyż przy większych głębokościach maszyna musi pokonać w pewnych chwilach zbyt dużą różnicę ciężarów obu lin (ściślej różnicę ich momentów).

Maszyny o bębnach stożkowych (rys. 397 b) mają zamiast bębnów walcowych dwa bębny stożkowe najczęściej złączone szerszymi podstawami. Stożkowość bębnów ma wyeliminować linę wyrównawczą, gdyż zrównoważenie momentów następuje tu przez zróżnicowanie promieni nawijania się obu lin. Nawijanie liny obciążonej ciężarem własnym i naczynia z urobkiem (duży ciężar) rozpoczyna się na najmniejszej średnicy bębna; odwrotnie odwijanie liny nie obciążonej własnym ciężarem i z próżnymi wozami (mniejszy ciężar) rozpoczyna się na największej średnicy bębna.

Maszyny z cewami (rys. 397 c) mają zamiast bębnów wąskie cewy przystosowane do lin płaskich, w których liny nawijają się na siebie warstwami. W tym przypadku równoważenie ciężaru obu lin odbywa się tak samo, jak w bębnach stożkowych, gdyż lina obciążona dużym ciężarem jest nawijana na cewę pustą (mała średnica), lina zaś nie obciążona jest odwijana z cewy pełnej (duża średnica). Zmiana średnicy nawijania lub

odwijania odbywa się tu za pomocą samej liny wskutek większej lub mniejszej liczby warstw jej na cewie.

Maszyny z kołami pędnymi (rys. 397 d) mają zamiast bębnow wąskie koło dużej średnicy, które lina tylko opasuje. W maszynach tych lina jest zatem utrzymywana i poruszana wyłącznie siłą tarcia o koło pędne. Tarcie stalowej liny po stalowej obręczy koła jest niewystarczające, a zatem lina łatwo mogłaby się po kole przesuwac. Dlatego dla zwiększenia tarcia rowek linowy koła wyklada się różnymi materiałami o dużym współczynniku tarcia (drewno, skóra, guma).

W maszynach z kołami pędnymi nieodzowne jest równoważenie ciężarów obu gałęzi liny, inaczej bowiem mogłaby się ona ślizgać po kole pędnym. Równoważy się je za pomocą liny wyrównawczej, którą zawieszają się u spodu obu naczyń wydobywczych.

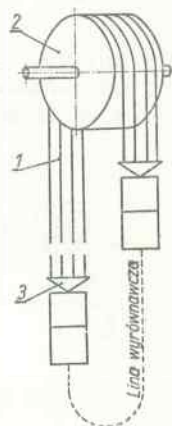
Maszyny wielolinowe (rys. 398) są jakby dalszym rozwinięciem maszyn z kołami pędnymi, w których zamiast jednej liny zastosowano kilka lin 1 (najczęściej cztery). Na głowicy wieży ustawia się wtedy bęben 2, na którego obwodzie znajdują się cztery rowki wyłożone materiałem o dużym współczynniku tarcia. W rowkach tych opasują bęben cztery liny, których końce przytwierdza się do zawiesi 3 obu naczyń wydobywczych.

Jeżeli się weźmie pod uwagę, że współczesne szyby kopalń mają głębokość do $800 \div 1200$ m, że wyciągają one na raz do 15 T urobku, to aby nadążyć w transportowaniu dopływającego z kopalni urobku muszą one pracować z dużymi prędkościami (do 15 do 25 m/sek¹⁾) i dużymi mocami (do $2000 \div 4000$ kW). Stąd łatwo wyciągnąć wniosek, że od urządzeń wyciągowych powinno się wymagać wyjątkowej sprawności, pewności i bezpieczeństwa ruchu. Najmniejsza usterka lub uszkodzenie może spowodować zatrzymanie wydobywania całej kopalni, a niekiedy ofiary w ludziach. Dlatego też każdą maszynę wyciągową zaopatruje się w urządzenia wskaźnikowe i zabezpieczające, z których najważniejsze są: wskaźnik głębokości, wskaźnik prędkości (tachograf), regulator jazdy oraz urządzenie sygnalizujące.

Wskaźnik głębokości 1 (rys. 399) jest to pionowa listwa z oznaczeniem w pewnej skali głębokości różnych poziomów szybu. Z obu stron listwy przesuwają się strzałki, które wskazują w każdej chwili miejsce znajdowania się obu naczyń wydobywczych w szybie. Wskaźnik głębokości jest połączony z aparatem bezpieczeństwa, który w razie przejechania nadszycia zatrzymuje maszynę.

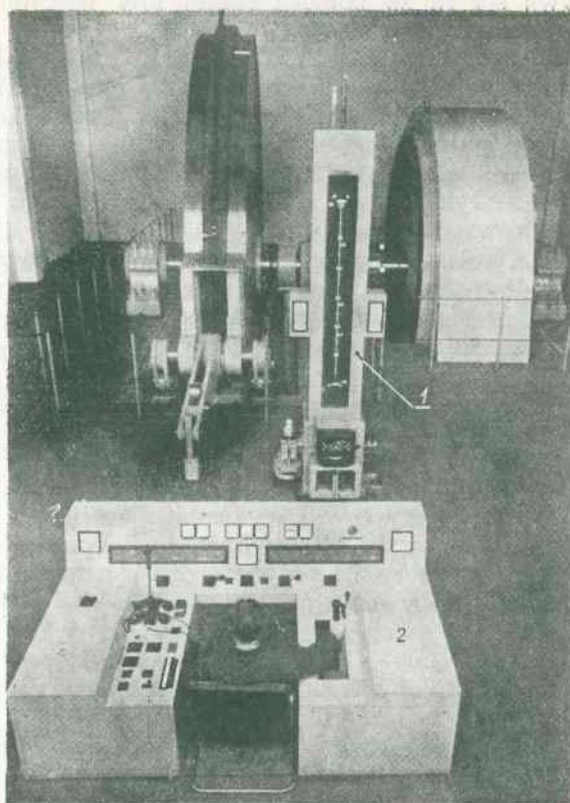
Wskaźnik prędkości (tachograf) jest to przyrząd wskazujący i rejestrujący prędkość naczyń wydobywczych w szybach. Wykresy tachografu są podstawą do kontroli całodzienniej pracy maszyny wyciągowej, gdyż rejestrują one prędkość poszczególnych wyciągów oraz każdą przerwę ruchu.

Regulator jazdy jest to urządzenie, które reguluje prędkość naczyń wydobywczych w szybie. Na regulatorze nastawia się pewną graniczną prędkość. W razie przekroczenia tej prędkości regulator zmniejsza dopływ

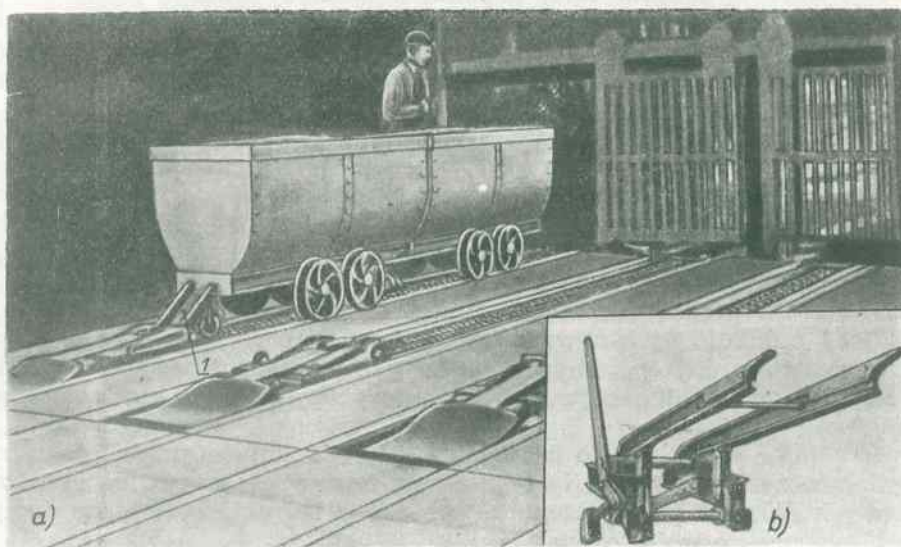


Rys. 398. Schemat maszyny wyciągowej wielolinowej

¹⁾ Prędkości te odpowiadają prędkościom pociągów pośpiesznych, tj. 54 do 90 km/godz.



Rys. 399. Maszyna wyciągowa z kołem pędnym
(na pierwszym planie pulpit sterowniczy)



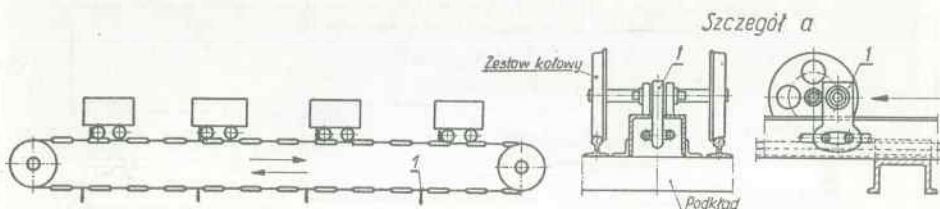
Rys. 400. Urządzenia do wtaczania i wytaczania wozów z klatki
a — zapychaki, b — pomost wahadłowy

energii napędowej. Zmniejsza on również prędkość przy dojeżdżaniu naczynia wydobywczego do nadszybia.

Do nieodzownego wyposażenia maszyny wyciągowej należą urządzenia sygnalizacyjne. W kopalniach stosuje się sygnalizację dźwiękową i świetlną. Sygnały z podszybia są podawane na nadszybie, a stąd dopiero do maszyny wyciągowej. W nowoczesnych maszynach wyciągowych wszystkie przyrządy kontrolne i nastawcze, przyrządy wskaźnikowe i zabezpieczające znajdują się w pulpicie sterowniczym 2 maszynisty. Sterowanie jest tu całkowicie zautomatyzowane.

e. Urządzenia podszybi

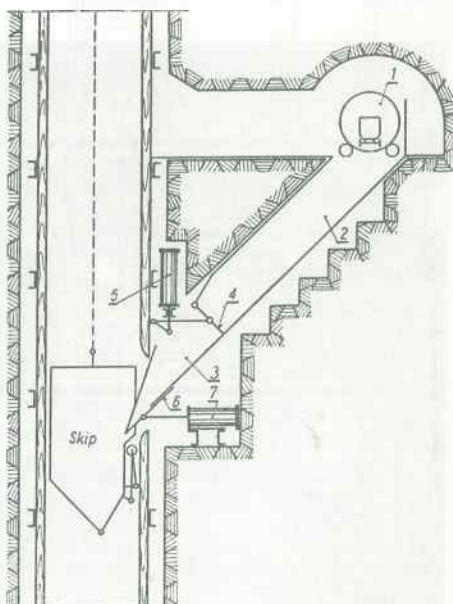
Każde podszybie jest zaopatrzone w różne urządzenia pozwalające na zmianę transportu poziomego na transport pionowy. Zależnie od rodzaju stosowanych naczyń wydobywczych urządzenia podszybi są różne.



Rys. 401. Kolejka łańcuchowa do przetwarzania wozów pod szyb

Podszybia dla wyciągów klatkowych zaopatruje się w urządzenia do wtaczania wozów załadowanych i wytaczania z klatki wozów próżnych. Urządzeniami takimi są *zapychaki 1* (rys. 400 a), czyli najczęściej długie cylindry pneumatyczne z tłoczykiem do wpychania wozów, oraz *pomosty wahadłowe łącznikowe* (rys. 400 b), tj. wahliwe przesła szynowe łączące stałe tory podszybia z torami piętra klatki.

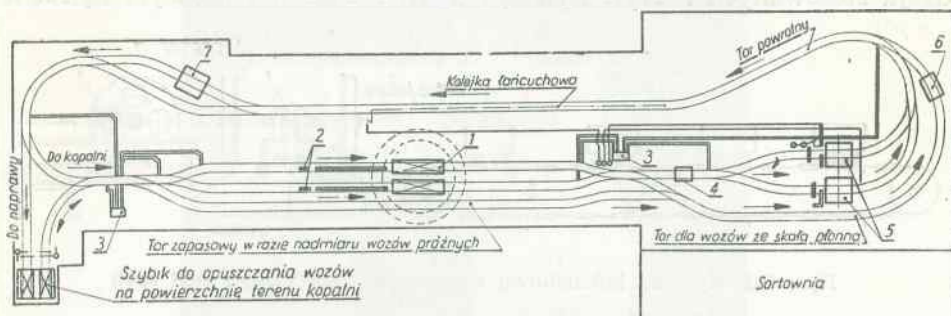
Pociąg przychodzący ze stacji rozrządowej chwytny jest przez zabieraki 1 kolejki łańcuchowej (rys. 401) biegnącej między szynami toru (szczegół a) i przetwarzany pod szyb, gdzie przeważnie wolnospadowo wozy ustawiają się przed zaporami. Po nadejściu klatki opuszcza się pomosty łącznikowe równocześnie z obu stron szybu, otwiera się zapory i za pomocą zapychaka z dużą siłą wpycha na piętro klatki wozy załadowane. Wozami załadowanymi wypycha się na drugą stronę szybu wozy próżne znajdujące się w klatce. Po załadowaniu jednego piętra klatkę podcią-



Rys. 402. Schemat urządzeń podszybia skipowego

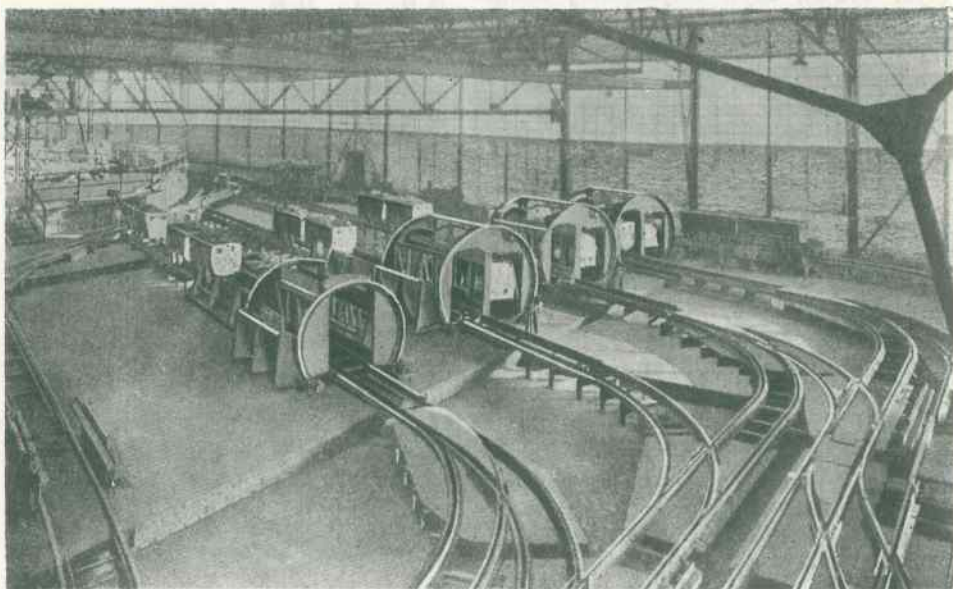
ga się i ładuje następne piętro itd. aż do załadowania całej klatki, po czym następuje ciągnięcie klatki na powierzchnię.

Podszybia dla wyciągów skipowych wyposaża się w urządzenia do wywracania wozów, czyli *wywroty* 1 (rys. 402). Pociągi z urobkiem są na wywrotach opróżniane często bez rozpinania wozów, tak że w przeciągu krótkiego czasu próżne wozy mogą być odesłane do pól wybierania. Urobek z wywrotów zsypane się do *zbiorników załadowczych* 2 o dnach nachylnych pod kątem 45° . Zbiorniki u dołu rozdławiają się i są zakończone rynnami wyspowymi 3 dla obu skipów poruszających się w szybie. Zbiorniki są zakończone klapami 4, które otwierają się cylindrami pneumatycznymi 5 dla wsypiania urobku do skipu i zamykają po odjeździe skipu. Do uniemożliwienia przesypywania się urobku między wlotem rynny 3 i wlotem do skipu służą ruchome przesłonki 6, które na czas ładowania urobku wsuwają się cylindrami pneumatycznymi 7 do otworu skipu. Praca załadowania skipów jest najczęściej całkowicie zautomatyzowana.



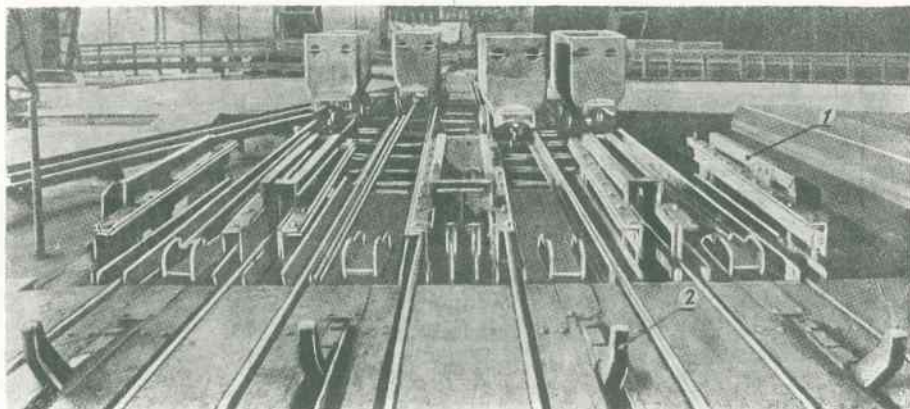
Rys. 403. Układ torów szynowych na nadszymbiu wyciągu klatkowego

1 — klatki, 2 — zapychaki, 3 — nastawnie, 4 — waga, 5 — wywroty dla wozów z węglem, 6 — wywrot dla wozów z kamieniem, 7 — wywrot do smarowania wozów



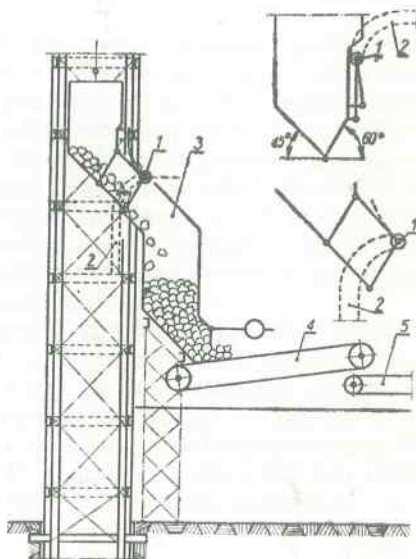
Rys. 404. Widok części nadszymbia z wywrotami od strony wozów ładownych

Nadszybie jest to pomost łączący wylot szybu z zakładem przeróbczym i torami kolejowymi. Z zasady nadszybie umieszcza się dość wysoko nad powierzchnią ziemi, a to w celu możliwości transportowania urobku własnym ciężarem aż do wagonów kolejowych. Nadszybia dla wyciągów klatkowych i skipowych są różne.



Rys. 405. Widok czterotorowego nadszybia od strony wozów próżnych

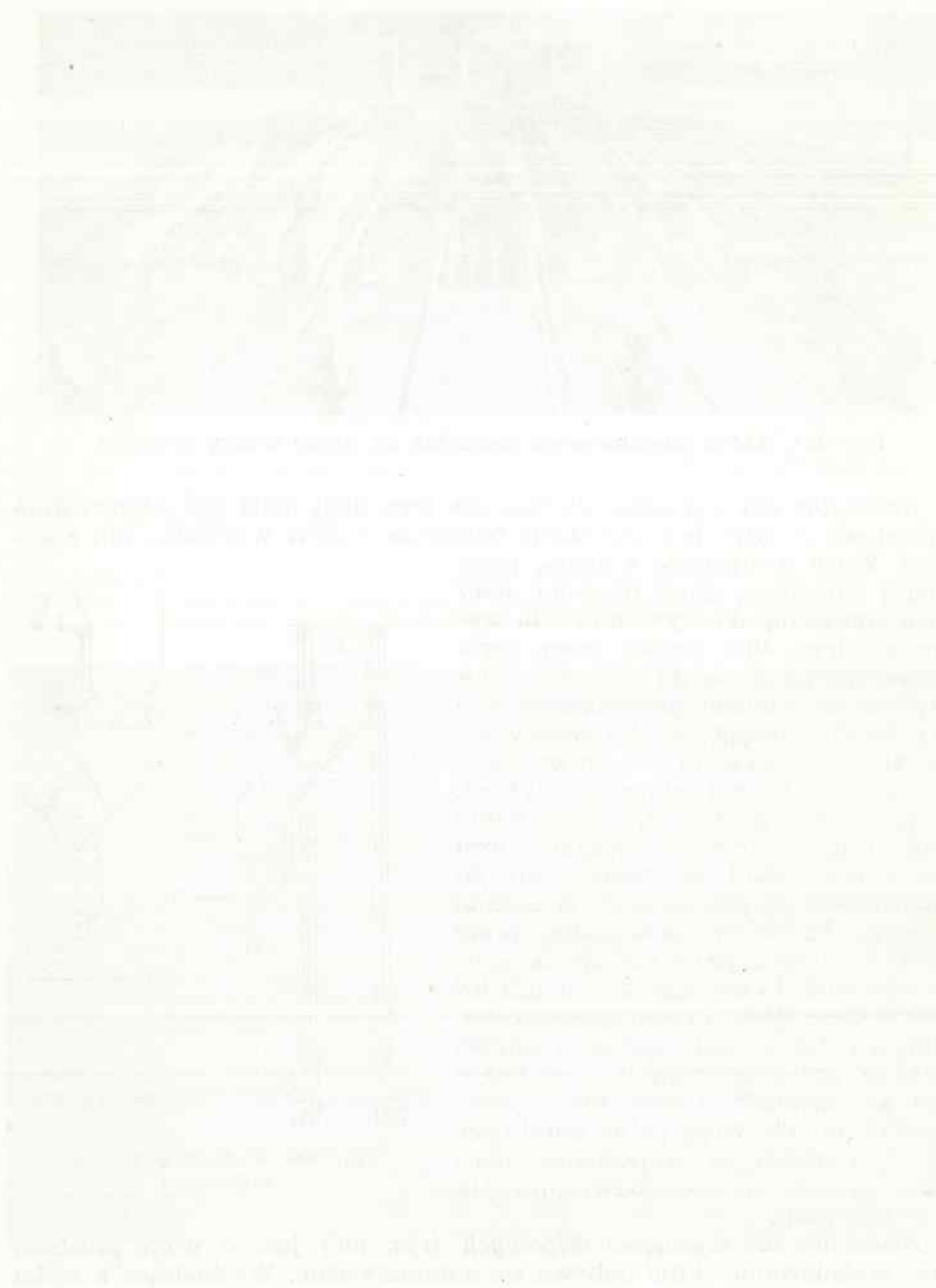
Nadszybie dla wyciągów klatkowych (rys. 403) musi być odpowiednio rozbudowane, gdyż jest ono stacją odbiorczą wozów wychodzących z kopalni. Wozy wypychane z klatek przechodzą najkrótszą drogą (czasami przez wagę kontrolną) do wywrotów. Na wywrotach (rys. 404) urobek przez obrót wozów wysypuje się do zbiornika i dostaje się do zakładu przerobczego. Należy zwrócić uwagę, że dla wozów zawierających skalę płonną przewiduje się tor objazdowy i oddzielny wywrót. Wozy opróżnione staczają się wolnym spadem do najniższego poziomu toru powrotnego, skąd za pomocą kolejki łańcuchowej są przetaczane na poziom wyższy. Tu wozy przechodzą przez punkt kontrolny, gdzie kieruje się je do smarowania, do dalszego ruchu lub też do naprawy. Wozy przeznaczone do kopalni schodzą wolnym spadem i zatrzymują się przed zaporami 1, skąd zabierają je zapychaki 2 (rys. 405) i wypychają do klatek. Wozy pełne znajdujące się w klatkach są wypychane przez wozy próżne, a więc odwrotnie jak w podszybiach.



Rys. 406. Nadszybie wyciągu skipowego

Nadszybie dla wyciągów skipowych (rys. 406) jest o wiele prostsze, gdyż wyładowanie skipu odbywa się automatycznie. Wychodzące z szybu

skipy trafiają swymi krążkami 1 na krzywki prowadnicze 2, wskutek czego dno ich się otwiera, urobek zaś wysypuje się do zbiornika 3, a próżny skip z powrotem opuszcza się w dół samoczynnie zamykając dno. Ze zbiornika urobek stopniowo wysypuje się na taśmowy zasilacz (dozownik) 4, który równomiernie ładuje urobek na przenośnik taśmowy 5 transportujący urobek do zakładu przeróbczego.



Rozdział XVIII

POWIERZCHNIA KOPALNIANA

Cała produkcyjna część kopalni mieści się pod ziemią, na powierzchni ziemi zaś znajdują się urządzenia, budynki i składy, których zadaniem jest zaopatrzenie podziemia kopalni w niezbędne maszyny, sprzęt i materiały oraz przygotowanie urobku, jego załadowanie do wagonów i wysyłka odbiorcom. Teren zajęty przez powyższe urządzenia, budynki i składy nosi nazwę *powierzchni kopalnianej*. Na rys. 407 podano przykład typowej powierzchni kopalnianej z wyszczególnieniem ważniejszych obiektów.

47. Budynek nadszybowy i hala maszyn wyciągowych

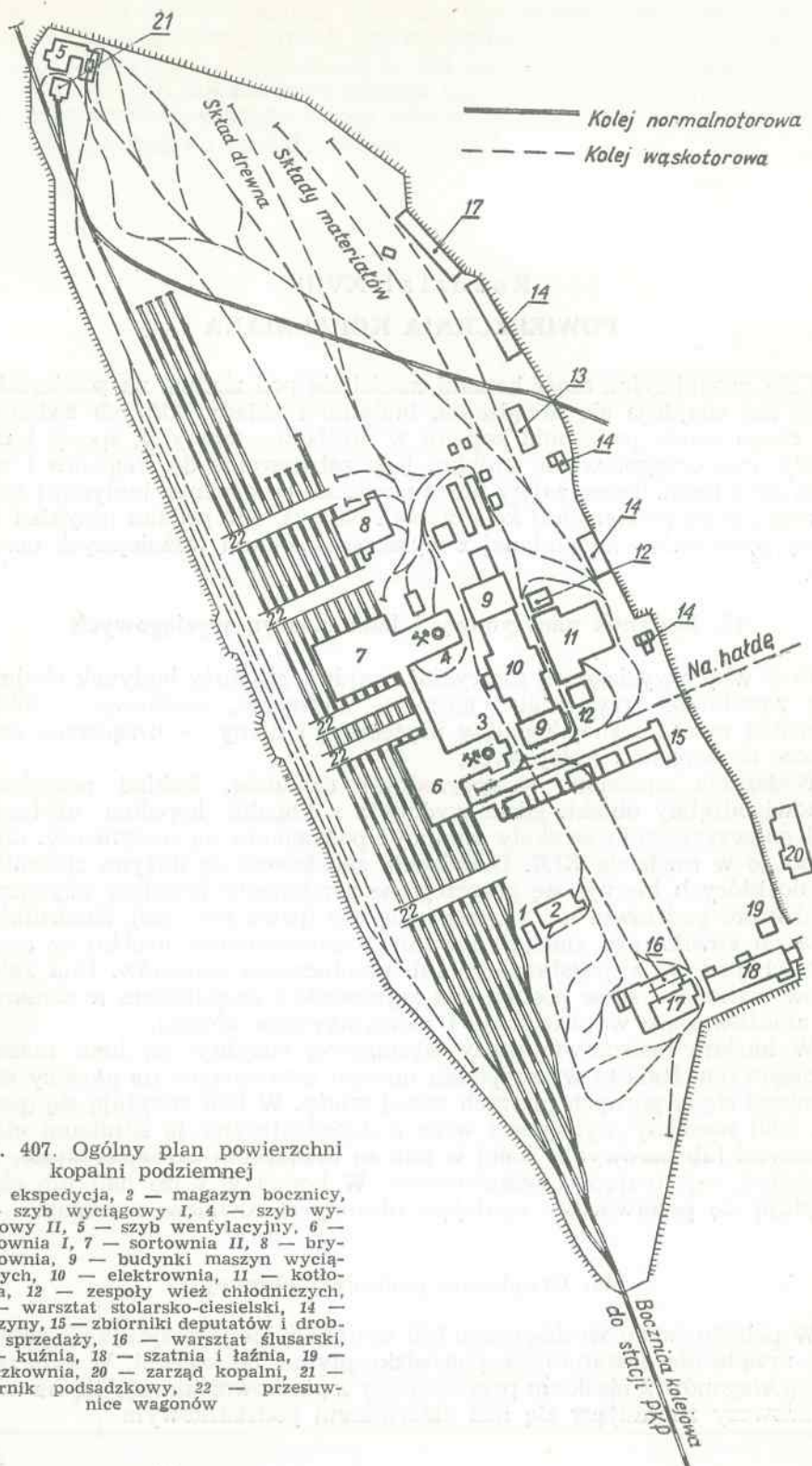
Przy wieży wyciągowej zazwyczaj znajduje się duży budynek obejmujący zasadniczo trzy działy: górny — nadszybie, środkowy — zakład przeróbki mechanicznej kopaliny użytecznej i dolny — urządzenia załadownicze do wagonów kolejowych.

Nadszybia omówiono w poprzednim rozdziale. Zakład przeróbczy stanowi odrębny obiekt, gdzie wydobyta z kopalni kopalina użyteczna podlega oczyszczeniu ze skały płonnej i podzieleniu na sortymenty; omówiono go w rozdziale XIX. Urządzenia załadownicze są dużymi zbiornikami, do których kieruje się poszczególne sortymenty kopaliny użytecznej i pod które podstawia się wagony kolejowe (patrz rys. 426). Zbiorniki te służą do chwilowego zmagazynowania rozsortowanego urobku w czasie krótkich przerw w podstawianiu lub przetaczaniu wagonów. Dna zbiorników wykonane są w postaci leja zsypowego i zaopatrzone w zamknięcia umożliwiające wypuszczanie i zatrzymywanie urobku.

W bliskim sąsiedztwie wieży wyciągowej znajduje się hala maszyn wyciągowych. Hala ta w przypadku maszyn ustawionych na głowicy wieży mieści się w górnych piętrach samej wieży. W hali znajdują się (patrz rys. 399) maszyny wyciągowe wraz z napędzającymi je silnikami elektrycznymi lub parowymi. Dalej w hali są urządzenia zabezpieczające, regulacyjne, rejestrujące i wskaźnikowe. W końcu w tejże hali lub obok znajdują się przetwornice zasilające obwody sterownicze maszyny.

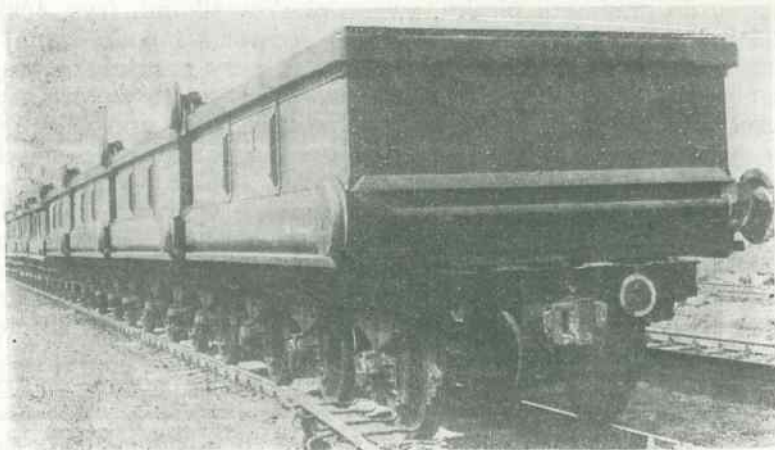
48. Urządzenia podsadzki płynnej

W pobliżu szybu wyciągowego lub wentylacyjnego znajdują się często urządzenia dostarczające podsadzkę płynną do kopalni. W tym celu pociąg wagonów z piaskiem przychodzący z piaskowni kieruje się na most wydładowczy znajdujący się nad zbiornikiem podsadzkowym.

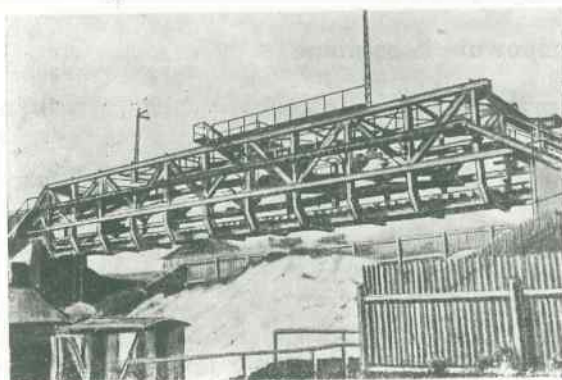


Rys. 407. Ogólny plan powierzchni kopalni podziemnej

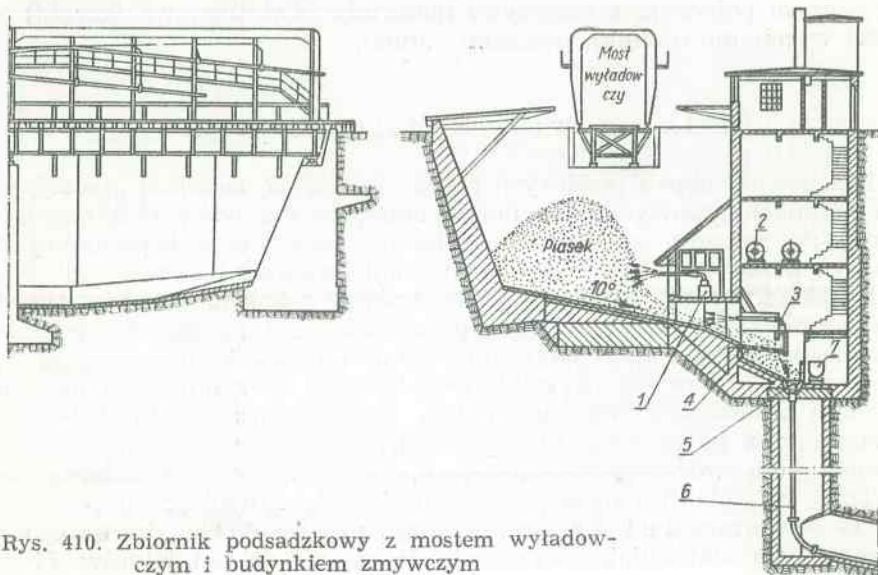
1 — ekspedycja, 2 — magazyn bocznicy,
 3 — szyb wyciągowy I, 4 — szyb wyciągowy II, 5 — szyb wentylacyjny, 6 — sortownia I, 7 — sortownia II, 8 — brykietownia, 9 — budynki maszyn wyciągowych, 10 — elektrownia, 11 — kotłownia, 12 — zespoły wież chłodniczych, 13 — warsztat stolarsko-ciesielski, 14 — maszyny, 15 — zbiorniki deputatów i drobnej sprzedaży, 16 — warsztat ślusarski, 17 — kuźnia, 18 — szatnia i łaźnia, 19 — znaczkownia, 20 — zarząd kopalni, 21 — zbiornik podsadzkowy, 22 — przesuw-nice wagonów



Rys. 408. Wagony do przewozu piasku podsadzowego pojemności 25 m³



Rys. 409. Most wyładowczy wagonów z piaskiem



Rys. 410. Zbiornik podsadzowy z mostem wyładowczym i budynkiem zmywczym

Wagony do przewozu piasku, zwane piaskownikami, (rys. 408) pojemności 25 m³ składają się z trójosiowego podwozia i podnoszonej skrzyni zaopatrzonej w koła prowadnicze 1. Koła te przy przejeździe wagonu po moście wyładowniczym (rys. 409) dostają się na wygięte w górę szyny prowadnicze. Wtaczając się na szyny prowadnicze, koła unoszą w górę boki skrzyni, a ponieważ dno jej jest ustawione daszkowo, więc piasek zsuwa się i wysypuje do zbiornika podsadzkowego.

Zbiornik podsadzkowy (rys. 410) najczęściej wykonuje się w kształcie muszli o dnie nachylonym pod kątem 10 do 15°. Na nagromadzony w zbiorniku piasek kieruje się z monitora 1 strumień wody dostarczanej z pomp 2 pod ciśnieniem około 10 atn. W razie zbyt gęstej mieszaniny doprowadza się wodę z dodatkowego monitora 3. Spłukiwana mieszanina piasku z wodą spływa przez sito rusztowe 4 i dostaje się do leja 5, a z niego do rurociągu podsadzkowego 6 w szybie i dalej rurami do podsadzanych wyrobisk. Na sicie rusztowym pozostają części grubsze (kamienie, korzenie itp.), które łatwo mogłyby zatkać rurociągi. Usuwa się je do wozów 7 i wydaje na powierzchnię ziemi.

49. Lampownie kopalniane

Lampownie są to budynki przeznaczone do przechowywania, napełniania i oczyszczania lamp przenośnych wydawanych na czas pracy załóżki kopalni pracującej pod ziemią.

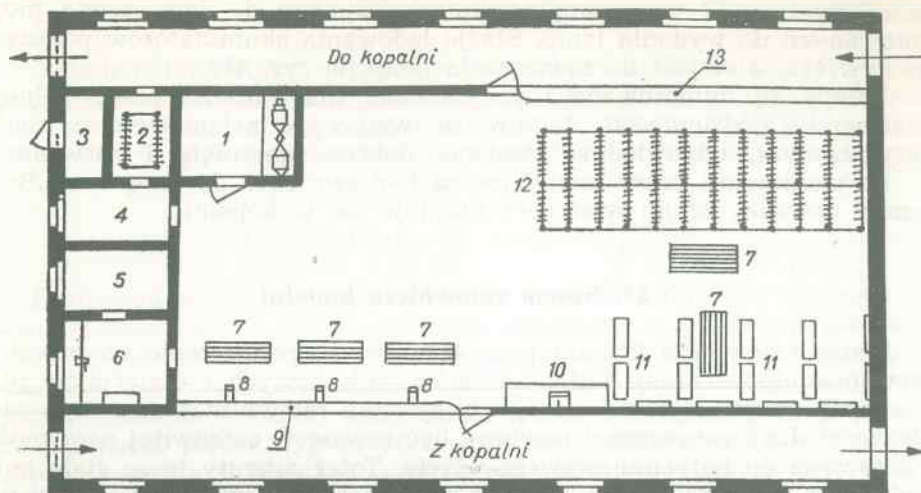
a. Lampownie kopalń niegazowych

Lampownie kopalń niegazowych są to niewielkie pomieszczenia przy jednym z budynków kopalnianych (najczęściej znaczkowni), w którym odbywa się napełnianie, czyszczenie i przechowywanie lamp przeznaczonych dla dozoru technicznego. Robotnicy z zasady posiadają lampy wydane z kopalni na własność, sami je napełniają i czyszczą, a co pewien okres czasu pobierają z magazynu materiały oświetleniowe (karbid) oraz części wymienne (palniki, uszczelki i inne).

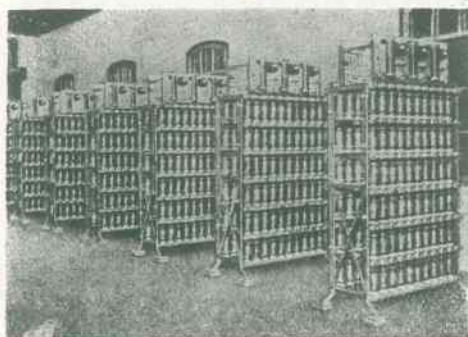
b. Lampownie kopalń gazowych

Lampownie kopalń gazowych przedstawiają się zupełnie inaczej, gdyż w kopalniach gazowych utrzymanie lamp, ze względów bezpieczeństwa, należy do zarządu kopalni. Zatem lampy całej załogi kopalnianej muszą być przechowywane i wydawane z lampowni.

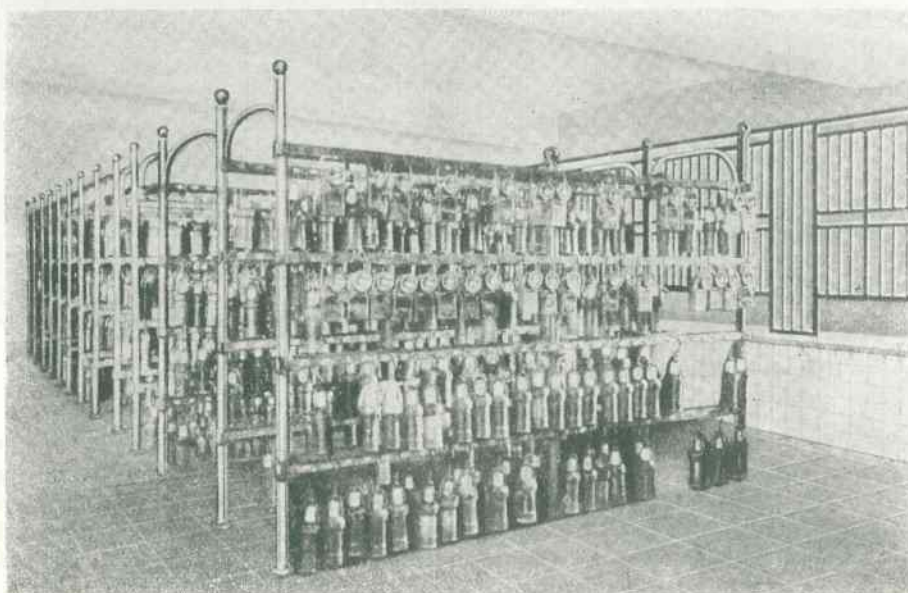
Przykładowy plan lampowni kopalnianej pokazano na rys. 411. Powinna ona zawierać następujące pomieszczenia i urządzenia: przetwornice prądu stałego 1 do ładowania akumulatorów lamp, niewielkie pomieszczenie 2 do przechowywania i wydawania benzynowych lamp z płomieniem zabezpieczonym, napełniarnia 3 oraz oczyszczalnia 4 benzynowych lamp z płomieniem zabezpieczonym, podręczny magazyn 5 części wymiennych, warsztat naprawczy 6, wózki 7 do przewożenia lamp w lampowni, elektromagnesy 8 do otwierania zamknięć lamp, okienka 9 i 13 do zwracania i wydawania lamp, urządzenia 10 do napełniania i czyszczenia akumulatorów, stację ładowania akumulatorów 11 oraz



Rys. 411. Przykładowy plan lampowni kopalnianej



Rys. 412 (z lewej). Stacja ładowania akumulatorów
Rys. 413 (u dołu). Stojaki do zawieszania lamp



przechowalnię 12 wykonaną w postaci stojaków do zawieszania przygotowanych do wydania lamp. Stację ładowania akumulatorów pokazano na rys. 412, a stojaki do zawieszania lamp na rys. 413.

Lampy są numerowane i przydzielone dla każdego poszczególnego pracownika podziemnego. Lampy są wydawane z lampowni w stanie oczyszczonym, odpowiednio zbadane, dobrze zamknięte i zaświecone.

Po ukończeniu pracy lampy muszą być zwrócone do lampowni. Brak lampy dowodzi, że jej właściciel znajduje się w kopalni.

50. Stacja ratownicza kopalni

Stacja ratownicza kopalni (rys. 414) jest to pomieszczenie do przechowywania odpowiedniej liczby aparatów oddechowych i materiałów niezbędnych do wszczęcia w razie potrzeby akcji ratowniczej. Aparaty oddechowe w stacji ratowniczej powinny być zawsze w całkowitej sprawności i gotowości do natychmiastowego użycia. Toteż aparaty te są stale kontrolowane na szczelność, a w razie zauważenia najmniejszych braków, uszkodzone części zastępuje się nowymi z podręcznego magazynu stacji.



Rys. 414. Sala aparatowa kopalnianej stacji ratownictwa górniczego

Stacja ratownicza wyposażona jest ponadto we wszelkie narzędzia niezbędne do akcji. Narzędzia te powinny znajdować się we wzorowym porządku i być umieszczone w miejscach widocznych i łatwo dostępnych.

Kierownik stacji ratowniczej przeprowadza w krótkich odstępach czasu praktyczne ćwiczenia z drużynami ratowniczymi, zaprawiając ludzi do ciężkich warunków pracy podczas akcji ratowniczej.

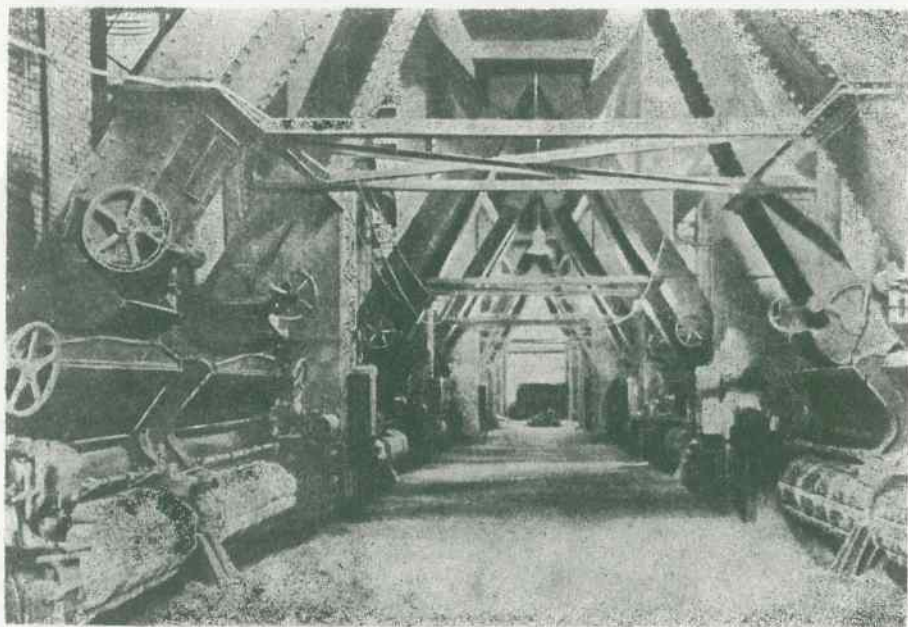
51. Siłownie kopalniane

Duże kopalnie węgla mają zwykle własne siłownie dostarczające energię napędową do silników. Specyficzne warunki pracy w kopalniach podziemnych najczęściej wymagają stosowania trzech rodzajów energii, a mianowicie: parowej, elektrycznej i powietrza sprężonego.

a. Kotłownia kopalniana

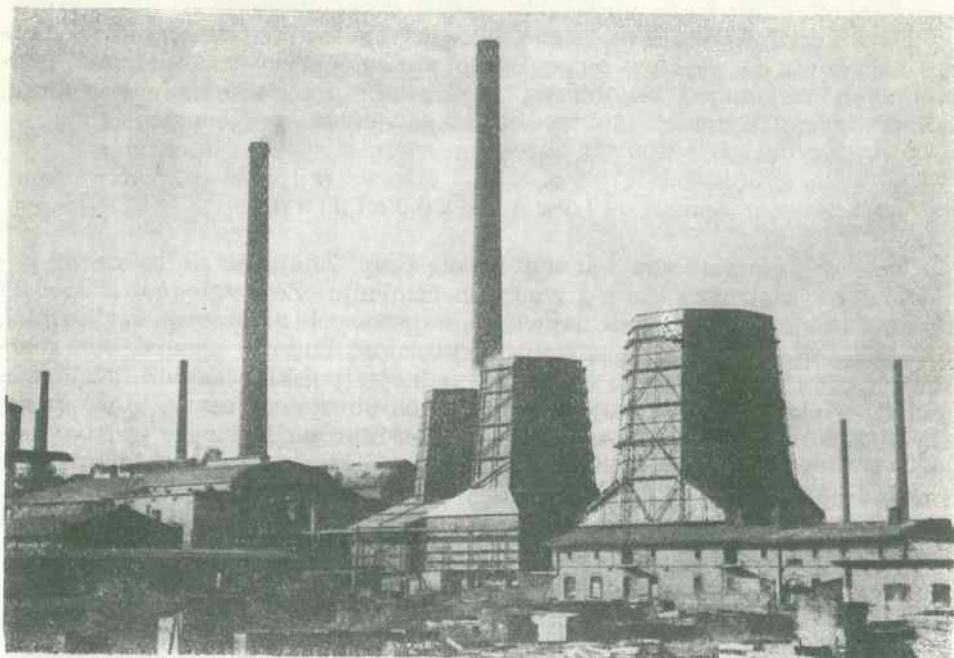
Kotłownia kopalniana jest wytwórnią pary. Znajduje się tu szereg kotłów wytwarzających parę o wysokim ciśnieniu. Ze względów gospodarczych do palenia w kotłach używa się najgorszych gatunków węgla (miał, przerosty itp.); pociąga to za sobą konieczność budowy specjalnych rusztów. Na rys. 415 pokazano kotłownię jednej z polskich kopalń, gdzie węgiel z górnego piętra zsypuje się rurami na obrotowe ruszty, które samoczynnie usuwają z paleniska żużel i popiół. Stan wody i pary oraz wydajność kotłów jest stale kontrolowana przez liczne przyrządy pomiarowe i rejestrujące.

Parę z kotłowni przesyła się rurociągami do parowych silników napędowych turbin elektrowni, maszyn wyciągowych, sprężarek itp.

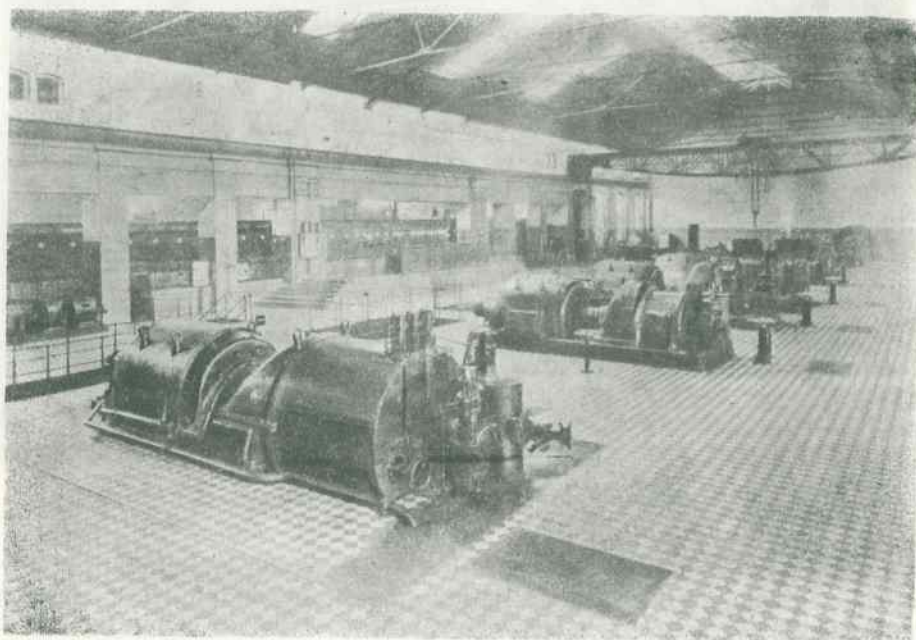


Rys. 415. Wnętrze kotłowni kopalnianej

Do wytwarzania pary potrzebna jest woda. Woda kopalniana przeważnie nie nadaje się do zasilania kotłów, a jeśli się nadaje, to dopiero po zmiekczeniu. Tymczasem zapotrzebowanie na wodę do celów przemysłowych jest ogromne. Dlatego też parę wylotową skrapla się w kondensatorach, ciepłą zaś wodę ochładza w wieżach chłodniczych (rys. 416) i ponownie kieruje do kotłów.



Rys. 416. Wieże chłodnicze



Rys. 417. Wnętrze elektrowni kopalnianej

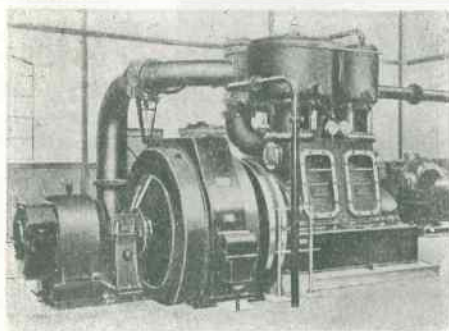
b. Elektrownia kopalniana

Elektrownia kopalniana jest zespołem turbo-generatorów wytwarzających prąd elektryczny dla całej kopalni (rys. 417). Tu znajduje się również centralna stacja rozdzielcza prądu doprowadzanego poszczególnymi kablami do elektrycznych silników napędowych maszyn wyciągowych, sortowni, wentylatorów, pomp itp. oraz do urządzeń przetwórczych, jak transformatory, przetwornice itp.

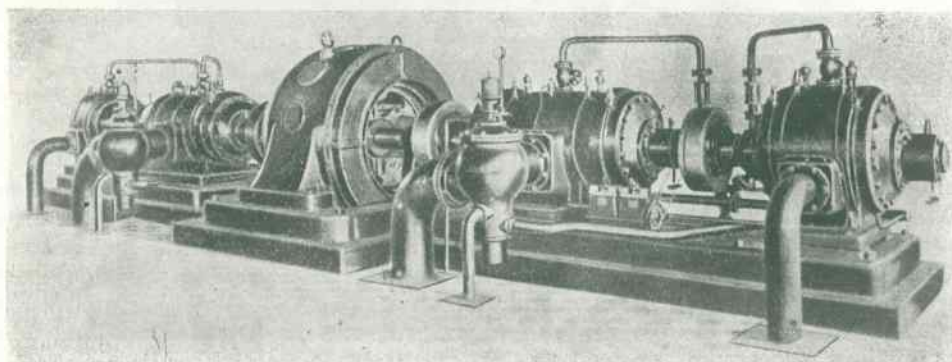
Specjalne kable zawieszone w szybie doprowadzają prąd zmienny wysokiego napięcia do rozdzielni w podszybiach. Stąd kablami umieszczonymi w przecznicach jest on przesyłany do rozdzielni połowych lub do komory przetwornic. W rozdzielniach połowych prąd jest transformowany na napięcie robocze (500/380/120 V) i kablami doprowadzany do poszczególnych silników prądu zmiennego. W przetwornicach prąd zmienny jest przetwarzany na prąd stały do zasilania sieci trakcyjnej elektrowozów.

c. Wytwórnia powietrza sprężonego

Wytwórnia powietrza sprężonego zawiera kilka lub kilkanaście sprężarek napędzanych silnikami elektrycznymi lub parowymi. W starszych kopalniach są w użyciu *sprężarki tłokowe* (rys. 418), w nowszych zaś *wirnikowe* (rys. 419). Sprężają one powietrze do ciśnienia $6 \div 7$ atm i tłoczą je zazwyczaj najpierw do zbiorników. Celem zbiorników jest wyrównywanie ciśnienia oraz ochładzanie powietrza, które ogrzało się wskutek sprężania. Ze zbiorników powietrze sprężone przesyła się rurociągami zawieszonymi w szybach i w chodnikach do najdalszych przodków eksploa-



Rys. 418 (z lewej). Sprężarka tłokowa
Rys. 419 (u dołu). Sprężarki wirnikowe



tacyjnych, gdzie napędza ono młotki i wiertarki pneumatyczne oraz silniki pneumatyczne różnych maszyn i urządzeń.

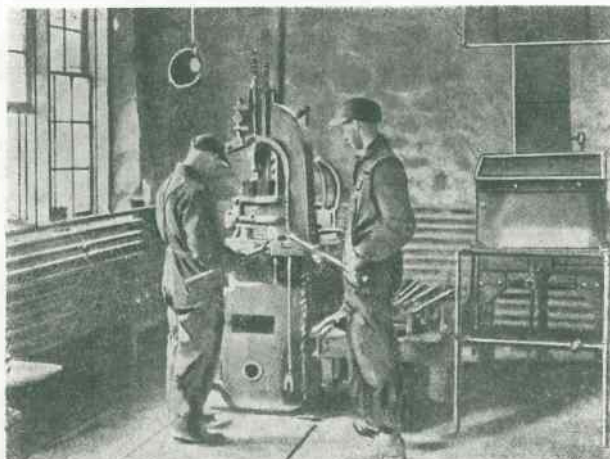
Należy zwrócić uwagę, że energia powietrza sprężonego jest najdroższa spośród znanych rodzajów energii napędowych, toteż dąży się do zastąpienia jej energią elektryczną. Jednakże zaletą jej jest całkowite bezpieczeństwo w kopalniach gazowych i łatwość regulowania, a poza tym wylotowe powietrze rozprężone w silnikach nadaje się do oddychania. Z tych względów w niektórych zagłębiach (np. Ostrawsko-Karwińskie) powietrze sprężone jest powszechnie stosowane do napędzania silników maszyn podziemnych.

52. Warsztaty kopalniane

Kopalnia, jak każde większe przedsiębiorstwo, musi mieć własne warsztaty do wykonywania bieżących napraw i remontów. Z zasady kopalnie mają kuźnię, warsztat mechaniczny, warsztat elektryczny i warsztat stolarsko-ciesielski.

a. Kuźnie

Kuźnie w kopalniach mają szczególne znaczenie w związku z potrzebą ciągłego zaprawiania i ostrzenia kilofów, grotów młotków mechanicznych, wiertel wiertarek, noży wrębiarek itp. Przy mniej rozwiniętej mechanizacji kopalń do tych celów wystarczał odpowiedni zespół kowali. Współczesne kuźnie zostały całkowicie zmienione i są niemal zupełnie



Rys. 420. Odkuwanie wiertel w kuźni kopalnianej

zmechanizowane (rys. 420). Zamiast dawnych ognisk kuziennych ustawia się elektryczne, ropne lub koksowe piece grzewcze o regulowanej temperaturze ogrzewania. Narzędzia ogrzane w nich podaje się bezpośrednio pod maszyny do kształtowania ostrzy, po czym kieruje się je do wanień hartowniczych, gdzie automatycznie są przesuwane i wyjmowane po zahartowaniu. Do ostrzenia narzędzi stosuje się ostrzarki dające odpowiednio zaostrome krawędzie dłut, noży itp.

b. Warsztaty mechaniczne

Warsztaty mechaniczne służą głównie do przeprowadzania bieżących napraw i remontów różnorodnych maszyn i urządzeń stosowanych w kopalniach. Są one wyposażone we wszelkie niezbędne do tego celu maszyny, jak tokarki, frezarki, strugarki, wiertarki itp. oraz aparaty do spawania elektrycznego i acetylenowego.

c. Warsztaty elektryczne

Warsztaty elektryczne mają za zadanie przeprowadzanie bieżących napraw i remontów wytwornic, przetwornic, silników i urządzeń elektrycznych stosowanych w kopalniach. Warsztaty te są zaopatrzone we wszelkie nowoczesne przyrządy pomiarowe umożliwiające wykrywanie uszkodzeń w maszynach, urządzeniach i kablach.

d. Warsztat stolarsko-ciesielski

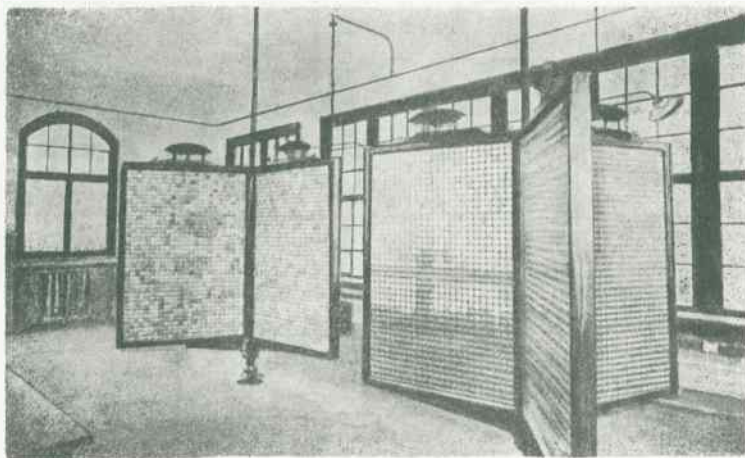
Warsztat stolarsko-ciesielski służy do wykonywania pomocniczych robót stolarskich lub ciesielskich potrzebnych dla kopalni.

W niektórych kopalniach znajdują się również warsztaty wulkanizacyjne służące do bieżących reperacji gumowych taśm przenośników, podawarek, opon samochodowych itp.

53. Znaczkownia

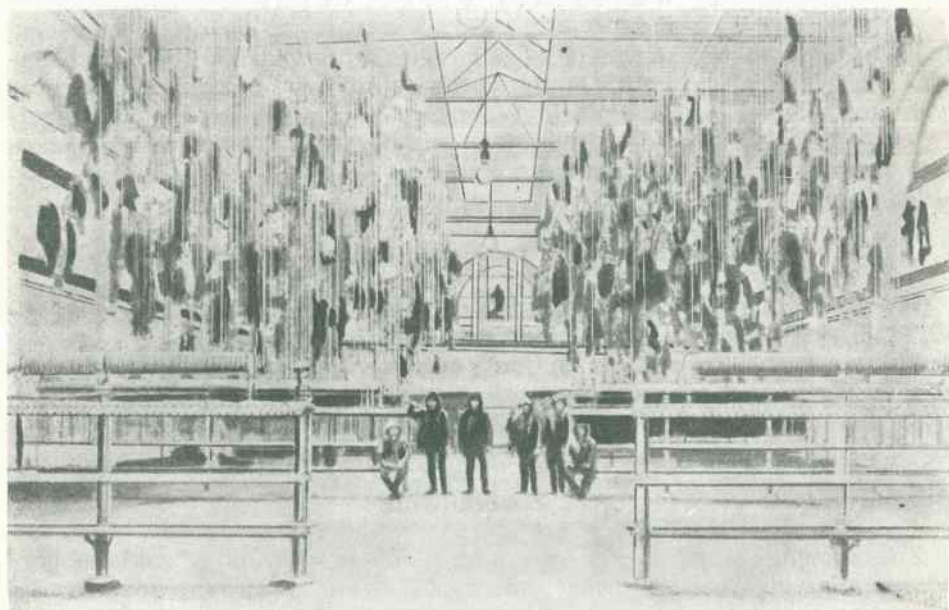
Znaczkownie służą do kontroli wszystkich pracowników zakładu górniczego. Przychodząc do pracy każdy pracownik udaje się do znaczkowni, gdzie obowiązany jest wziąć swój metalowy *znaczek kontrolny* z numerem, czyli tzw. markę.

W znaczkowni zawieszają się znaczki na tablicach (rys. 421) o kolejnych numerach, przy czym każda zmiana ma osobną tablicę. Przy rozpoczęciu dnia pozostaje na tablicy znaczki oznaczające nieobecność w pracy.

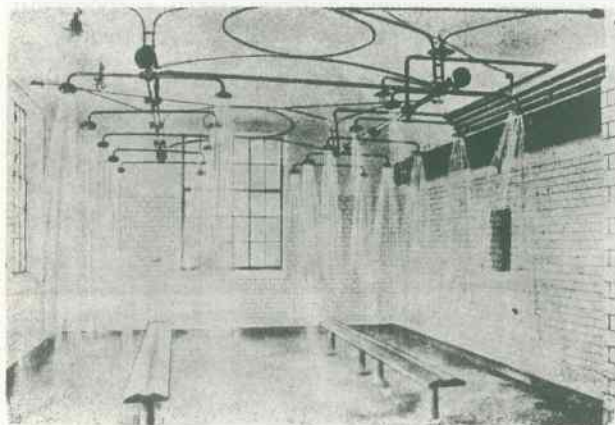


Rys. 421. Wnętrze znaczkowni

Po ukończeniu pracy znaczek musi być zwrócony do znaczkowni. Brak któregośkolwiek znaczka jest przez kontrolera znaczków natychmiast zgłaszany do kierownictwa kopalni. Kontrola taka jest w kopalniach nieodzowna, gdyż przy większej liczbie ludzi mogą być nie zauważone wypadki, nagle zasłabnięcia itp. górników pracujących w oddalonych częściach kopalni. Dzięki ścisłej kontroli znaczków i wszczętej natychmiast akcji poszukiwawczej udaje się w wielu przypadkach uratować życie górnika.



Rys. 422. Szatnia łańcuskowa



Rys. 423 (z lewej). Łaźnia natryskowa
Rys. 424 (z prawej). Solarium kopalniane



54. Szatnie i łaźnie

Przed zjazdem udają się robotnicy do szatni, gdzie zmieniają swoje codzienne ubrania na robocze.

Szatnie są to najczęściej wysokie hale (rys. 422), w których wyciągnięte wysoko pod więzania dachowe wiszą na łańcuszkach ubrania pracowników. Drugie końce łańcuszków biegną do oparcia ławek dla rozbierania się, gdzie w specjalnych uchwytach są zamknięte na kłódki. Ze względu na potrzebę wysuszenia częstokroć przemoczonej w kopalni odzieży zakłada się w szatni kaloryfery i stwarza przewiew. Obecnie istnieją tendencje do budowania szatni kasetonowych.

Łaźnie mają na celu umożliwienie robotnikom umycia się po pracy. Zazwyczaj przedstawiają się one w postaci szeregu natrysków (rys. 423), do których doprowadza się zimną i ciepłą wodę.

W przejściach między szatnią i łaźnią zakłada się obecnie w kopalniach *solaria* (rys. 424). Przejścia te są silnie naświetlane rzędami lamp rtęciowych o bańkach ze szkła kwarcowego, wysyłających promienie ultrafioletowe. Codzienne naświetlanie ciała przed i po pracy ma wyrównać brak światła słonecznego w podziemiach kopalni, który odbija się szkodliwie na zdrowiu górnika.

Przy łaźniach znajdują się również *ambulatoria* dla doraźnego opatrzenia drobnych skaleczeń nieuniknionych w czasie pracy oraz dla udzielenia pierwszej pomocy rannym przed przybyciem lekarza.

55. Magazyny kopalniane i place składowe

Magazyny kopalniane zawierają wymienne części maszynowe, niektóre zapasowe maszyny oraz bardzo wiele różnorodnych materiałów nie-



Rys. 425. Kopalniany skład drzewny

zbędnych do normalnego ruchu kopalni. Najmniejszy drobiazg musi być pod ręką, gdyż tego wymaga sprawność ruchu kopalni, magazyn zaś musi natychmiast dostarczyć żądanych przedmiotów.

Poza materiałami znajdującymi się w magazynach kopalnia zmuszona jest składować na placach większe i cięższe materiały. Do materiałów takich należy drewno (kopalniaki, dłużyce, budulec, podkłady kolejowe itp.), elementy obudowy stalowej, szyny, cegła i inne.

Składy drzewne, ze względu na ogromne codzienne zapotrzebowanie kopalni, zajmują nieraz duże przestrzenie (rys. 425). Rozładowywane drewno z wagonów jest tu klasyfikowane i układane w stosy, tak aby mogło odpowiednio przeschnąć. W niektórych kopalniach składy drzewne mają urządzenia służące do impregnacji wyrobów drzewnych. Na składach drzewnych jest zazwyczaj zorganizowane przecinanie drewna do potrzebnej długości. Ponadto w wielu kopalniach zorganizowane jest zacinanie wiązań do odrzwi obudowy. W tym celu na składach drzewnych są ustawione piły tarczowe, taśmowe lub cylindryczne, które mechanicznie wykonują wszelkie zabiegi w celu przygotowania drewna do obudowy.

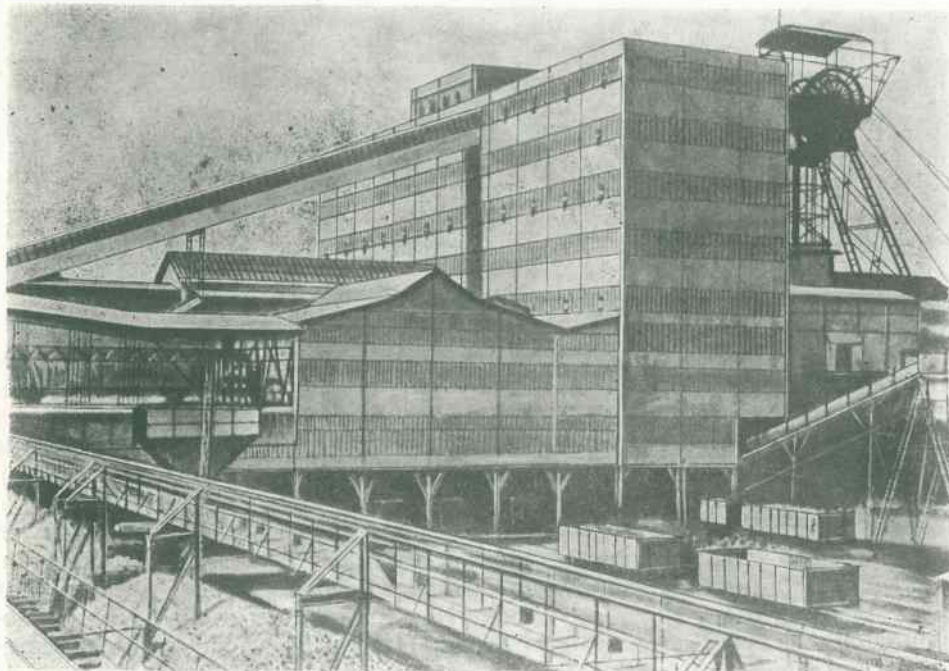
Liczne tory kolejek przecinają składy drzewne w różnych kierunkach, tu bowiem ładuje się wozy, w których opuszcza się drewno na dół przez jeden z pomocniczych szybów kopalni.

Składy dla innych materiałów są bardziej skupione i położone w pobliżu torów kolejek.

Rozdział XIX

PRZERÓBKA MECHANICZNA KOPALIN UŻYTECZNYCH

Kopalina użyteczna wydobyta z kopalni na powierzchnię ziemi w większości przypadków nie stanowi jeszcze produktu handlowego, lecz surowy, który przed kierowaniem na rynek zbytu powinien być poddany operacjom uszlachetniającym. Tak np. węgiel powinien być przesortowany w celu uzyskania produktów o różnej wielkości kawałków i pozbawiony zanieczyszczających go kamieni; sól kamienna powinna być zmielona; z rud powinna być oddzielona skała płonna itd.



Rys. 426. Widok zakładu przeróbczego nowoczesnej kopalni węgla

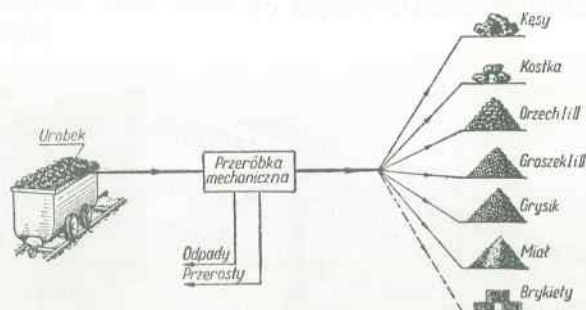
Wszystkie operacje mające na celu uszlachetnienie kopaliny użytecznej wchodzi w zakres działu górnictwa noszącego nazwę *przeróbki mechanicznej*. Operacje te wykonuje się za pomocą maszyn i urządzeń mieszczących się w zakładzie przeróbczym (rys. 426), zbudowanym najczęściej w pobliżu szybu wydobywczego.

56. Przeróbka węgla

W zakładach przeróbczych węgla urobek wydobywany z kopalni (rysunek 427) powinien być podzielony na *sortymenty* o następujących zakresach wielkości ziarn (kawałków) — Norma PN/G-97001.

Kęsy	ponad 125 mm
Kostka	125 do 63 mm
Orzech I	80 do 50 mm
Orzech II	50 do 25 mm
Groszek I	31,5 do 16 mm
Groszek II	20 do 8 mm
Grysik	10 do 5 mm
Miał	6,3 do 0 mm

W tym celu urobek z wywrotów na nadszybiu (rys. 428) kieruje się na *przesiewacz rusztowy*, gdzie oddziela się z niego urobek gruby (kęsy i kostka). Urobek ten z kolei dostaje się na *taśmy przebieczne* (rys. 429), gdzie robotnicy rękami wybierają kamienie i wrzucają je do rynien na odpady. Z taśm przebiecznych węgiel gruby kieruje się wprost do zbiorników lub do wagonów kolejowych.



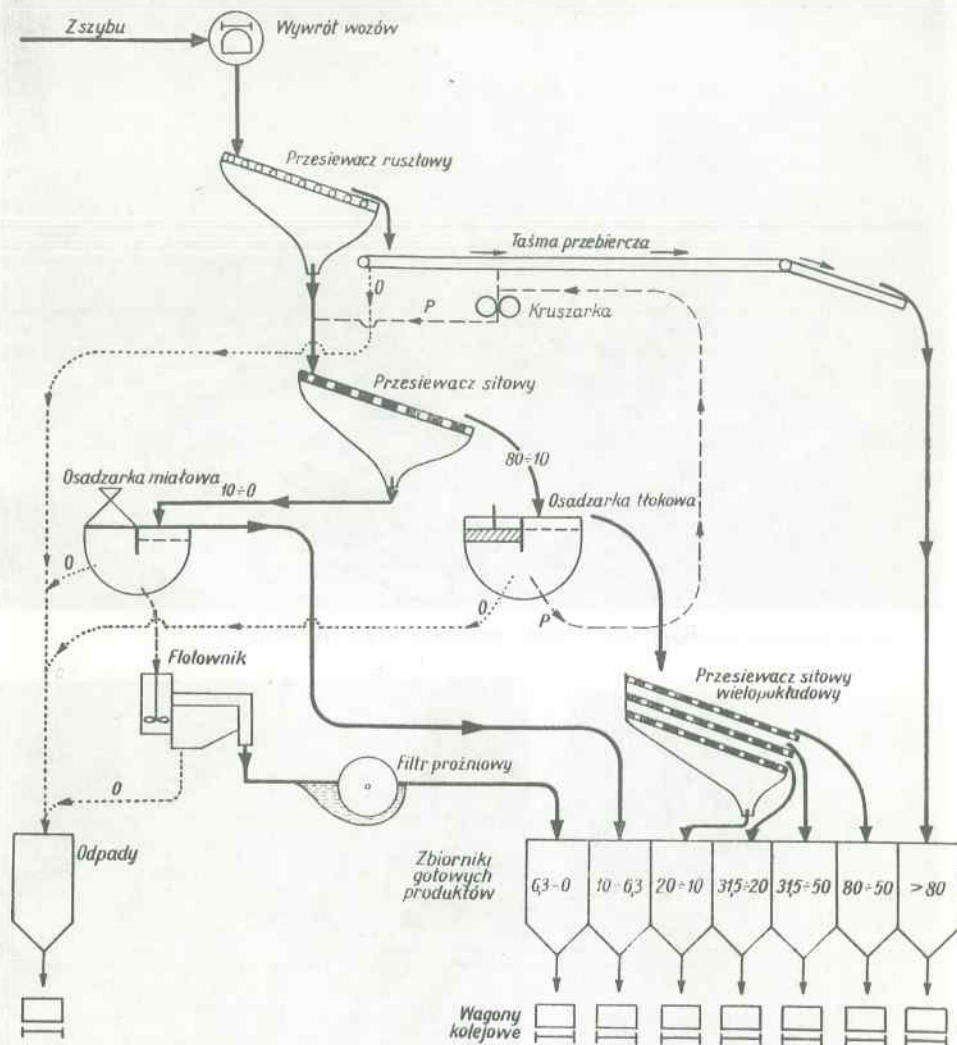
Rys. 427. Rozdział urobku na różne sortymenty węgla

Pozostały urobek po oddzieleniu z niego sortymentu 0 do 10 mm kieruje się zazwyczaj do *pluczki osadzarkowej* (rys. 430). Osadzarka jest maszyną (patrz szczegół a), w której wodę wprawia się w ruch pulsujący za pomocą tłoków 1 napędzanych mimośrodami. Urobek wraz z wodą przepływając przedziałem sitowym 2 maszyny, ulega wskutek pulsacji wody rozdzieleniu się na warstwy. Ciężki kamień znajdzie się u spodu, lżejsze przerosty w środku, a najlżejszy czysty węgiel w górnej warstwie. Kamień i przerosty odbiera się przy przejściu z przedziału do przedziału osadzarki, górą zaś schodzi węgiel. Węgiel ten dostaje się następnie na sito, gdzie oddziela się go od wody. Następnie kieruje się go na wielopokładowe *przesiewacze sitowe* (rys. 431), gdzie dzieli się go na poszczególne sortymenty, które kieruje się następnie do zbiorników, a z nich do wagonów kolejowych.

Drobny urobek (0 do 10 mm) najpierw się odpyła (usuwa ziarna 0,5 do 0 mm), a następnie kieruje się do *osadzarek miałowych*, gdzie wskutek pulsacji wody osiąga się czysty węgiel.

Najdrobniejszy węgiel (muł) wzbogaca się sposobem *flotacyjnym*. W tym celu do tzw. komory agitacyjnej flotownika (rys. 432) zawierającej wodę wprowadza się węgiel i dodaje się nieduże ilości tzw. odczynników

flotacyjnych (najczęściej olej smołowy). Mieszaninę poddaje się energicznemu mieszaniu za pomocą wirnika 1 napędzanego silnikiem. Tworzy się piana, do której pęcherzyków przyczepiają się cząstki węgla. Pęcherzyki te jako lżejsze od wody wypływają na jej powierzchnię i są zgarniane do koryt odbiorczych 2. Zanieczyszczenia pozostają w wodzie i opadają na dno zbiornika.

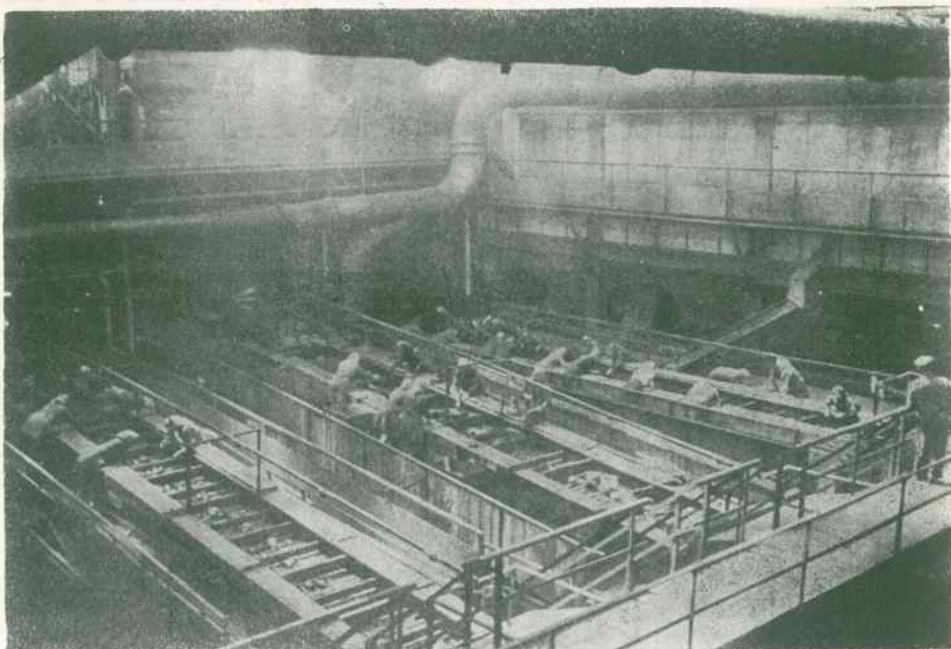


Rys. 428. Uproszczony schemat zakładu przeróbczego

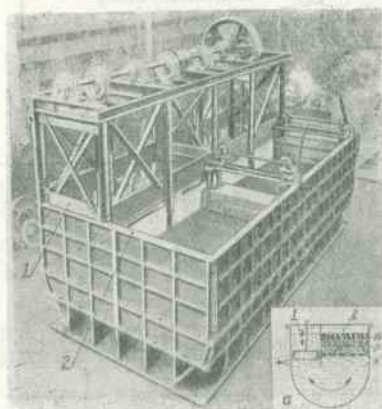
P — przerosty, O — odpady

Oprócz węgla oczyszczonego, czyli *wzbogaconego*, oraz skały płonnej, czyli odpadów, otrzymuje się często w zakładzie przeróbczym jeszcze *produkt pośredni* składający się ze zrostów węgla ze skałą płonną. Produkt ten częściowo wykorzystuje się dla własnych potrzeb kopalni, np. w kotłowniach, częściowo zaś kruszy się i ponownie kieruje do wzbogacania w zakładzie przeróbczym (patrz rys. 428).

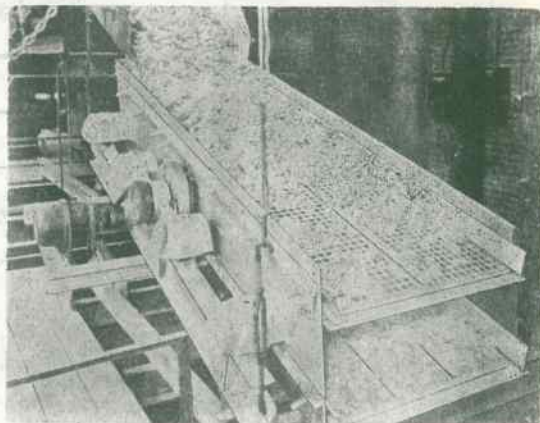
Jeżeli węgiel wydobywany z kopalni ma dużo miału i sortyment ten nie znajduje nabywców, może zaistnieć potrzeba budowy *brykietowni*. W brykietowni miał węglowy, po zmieszaniu z pewną ilością smoły węglowej (paku), poddaje się prasowaniu w odpowiednich maszynach (ry-



Rys. 429. Taśmy przebiegające w sortowni



Rys. 430. Pluczka osadzarkowa dla węgla

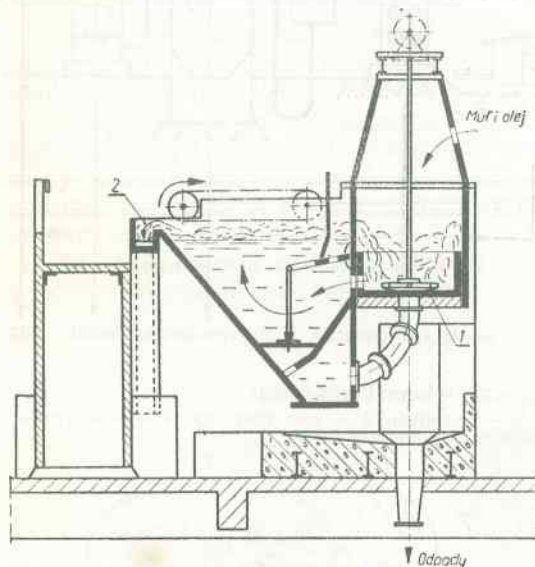


Rys. 431 Wibracyjny przesiewacz sitowy

sunek 433). Otrzymane w ten sposób cegielki węglowe noszą nazwę *brykietów*. Węgiel brunatny daje się brykietować nawet bez dodawania smoły węglowej.

Węgle koksujące rozdrabnia się na miał i kieruje się do koksowni. Tu węgiel jest spiekany w zespołach komór koksowniczych (rys. 434 i 435)

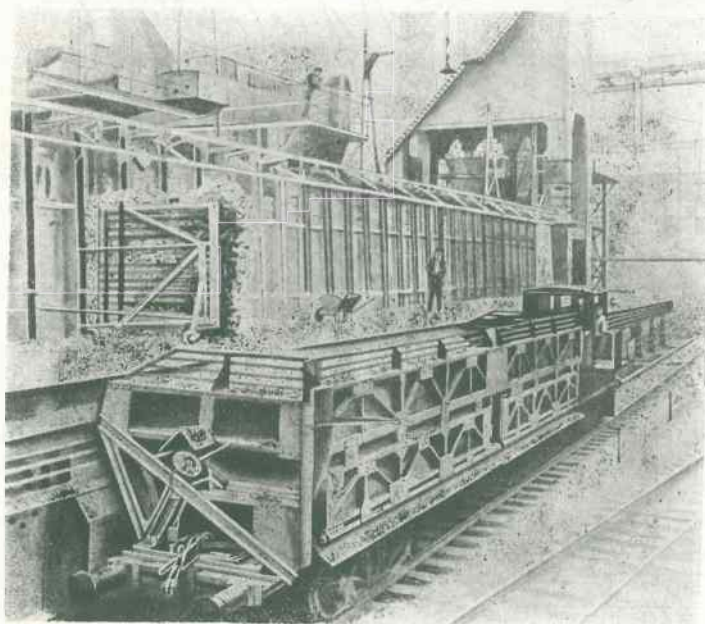
bez dostępu powietrza. Powstające przy tym gazy są odciągane i z nich otrzymuje się gaz koksowniczy, benzol, oleje, smoły i szereg innych produktów ubocznych. Po ukończeniu spiekania rozżarzony koks wypycha się z komór na wóz gaśniczy i kieruje pod wieżę gaśniczą, gdzie obficie zlewa się go wodą. Z wozu gaśniczego ładuje się koks do wagonów. Na rys. 436 pokazano najważniejsze produkty otrzymywane z węgla w koksowniach.



Rys. 432. Flotownik



Rys. 433. Brykietciarka



Rys. 434. Widok na komory koksownicze i wieżę gaśniczą koksowni

57. Przeróbka soli

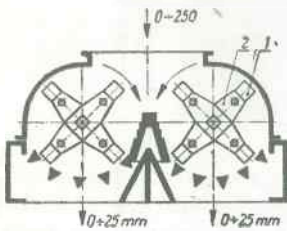
Urobek solny wydobywany z kopalń najczęściej jest na tyle czysty, że od razu nadaje się do sprzedaży. Co do wielkości ziarn rozróżnia się:

Sól kruchową	powyżej 200 mm
Przemiały	200 do 3 mm
Odsiewy	3 do 0 mm

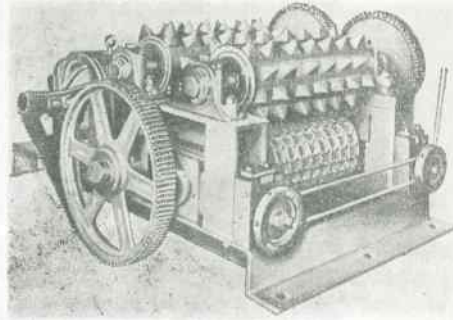
Zapotrzebowanie na sól kruchową jest niewielkie, z tego też względu wybiera się ją ręcznie bezpośrednio w samym przodku i ładuje do oddzielnych wozów.

Największe natomiast zapotrzebowanie jest na przemiały, które muszą być już przygotowane w *zakładach przeróbczych*. W tym celu urobek solny przychodzący z kopalni o wielkości ziarn 0 do 250 mm i więcej poddaje się różnym stopniom rozdrabniania i następnie rozsortowania na sitach.

Do rozdrabniania grubego urobku solnego używa się najczęściej udarowych *kruszarek młotowych* (rys. 437). Kęsy urobku, dostając się tu



Rys. 437. Schemat kruszarki młotowej

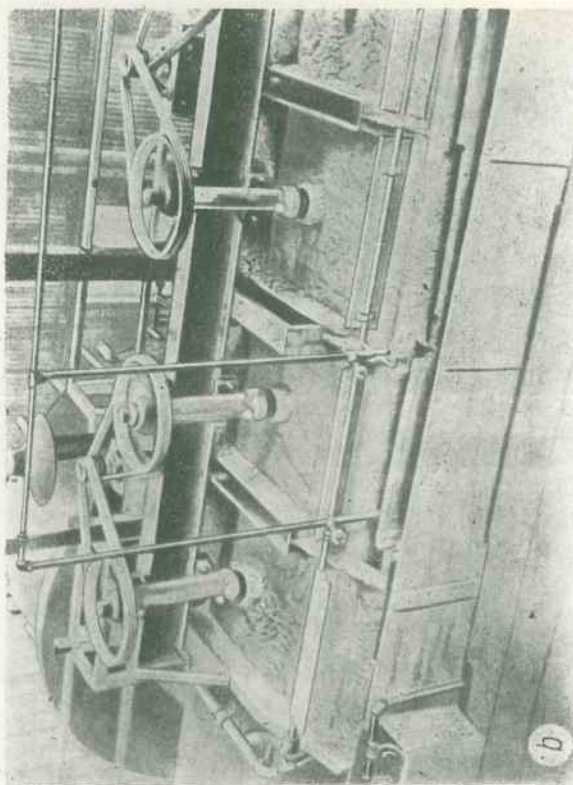
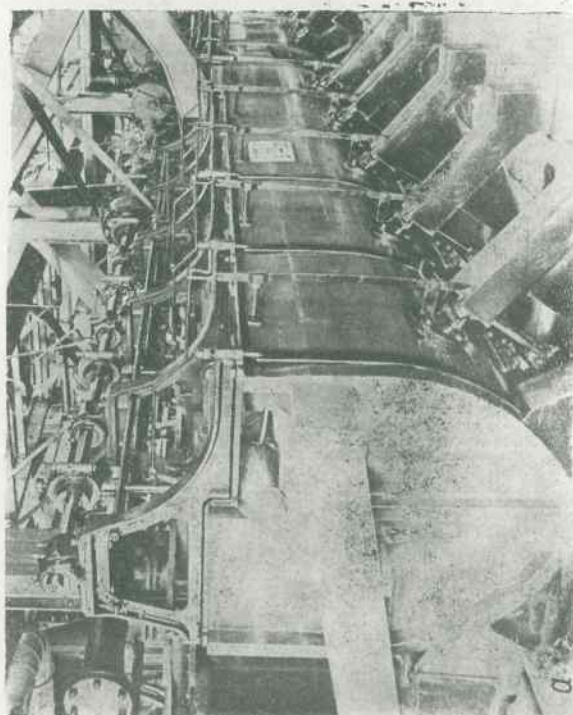


Rys. 438. Kruszarka walcowa

do wnętrza kruszarki, są rozbijane młotami 1 przymocowanymi do dwóch zespołów ramion 2 obracających się w przeciwnych kierunkach. Rozdrobiony urobek o średnicy ziarna 2 do 25 mm (po odsianiu ziarn 0 do 2 mm) kieruje się następnie do mielenia w kruszarkach walcowych. Kruszarki walcowe są to (rys. 438) stalowe walce o powierzchniach uzębionych lub rowkowanych, które obracając się ku sobie rozgniatają urobek solny na bardzo drobną sól. Sól tę po połączeniu z odsiewami sortuje się na sitowych przesiewaczach wibracyjnych (patrz rys. 431) i otrzymuje się poszczególne gatunki handlowe.

Sól zanieczyszczoną domieszkami skalnymi rozpuszcza się w wodzie otrzymując solankę. Solankę tę, podobnie jak i solankę pompowaną z kopalni, poddaje się odparowaniu w *warzelniach*. Warzenie soli przeprowadza się albo w naczyniach otwartych, czyli *panwiach*, albo też w naczyniach zamkniętych o zmniejszonym ciśnieniu, czyli w *warnikach*. W obu przypadkach solankę się ogrzewa, wskutek czego woda paruje, a z przesyconego roztworu wydzielają się kryształki soli, które zbierają się na dnie naczynia.

Sól krystaliczną co jakiś czas usuwa się z panwi lub warnika, pozostający zaś *ług pokrystaliczny* kieruje się do odpadów.

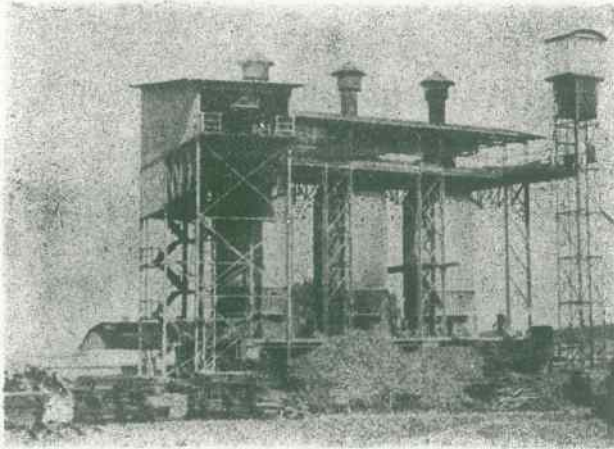


Rys. 439. Urządzenia do wzbogacania rud
a — zespół płuczek, b — zespół flotowników

58. Przeróbka rud

Kruszce cynku, ołowiu i miedzi wzbogaca się w płuczkach różnego typu (rys. 439 a) i maszynach flotacyjnych (rys. 439 b).

Rudy żelaza wzbogaca się rozmaitymi sposobami zależnie od ich składu chemicznego. Na przykład magnetyt oddziela się od skały płonnej za pomocą elektromagnesów; hematyt — w płuczkach; syderyt poddaje się



Rys. 440. Prażalnia rud

prażeniu w piecach (rys. 440), przez co wydziela się CO_2 i wzrasta zawartość żelaza. Drobne klasy wzbogaconej rudy żelaznej miesza się z pewną ilością koksu lub węgla i zapala w odpowiednich urządzeniach. Wskutek tego wytwarza się wysoka temperatura, ziarenka rudy spiekają się z sobą i tworzą grubsze porowate kawałki *aglomeratów*.

Rozdział XX

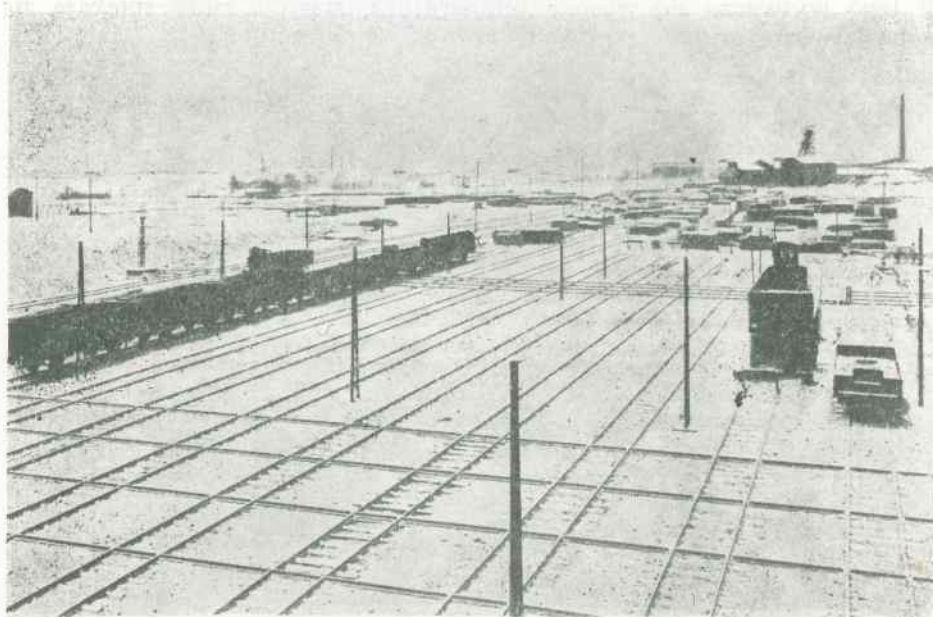
WYSYLKA GOTOWEJ PRODUKCJI

Wydobyty z kopalni i odpowiednio rozsortowany urobek musi być z kolei załadowany do wagonów kolejowych i wysłany odbiorcy.

59. Dworce kopalniane

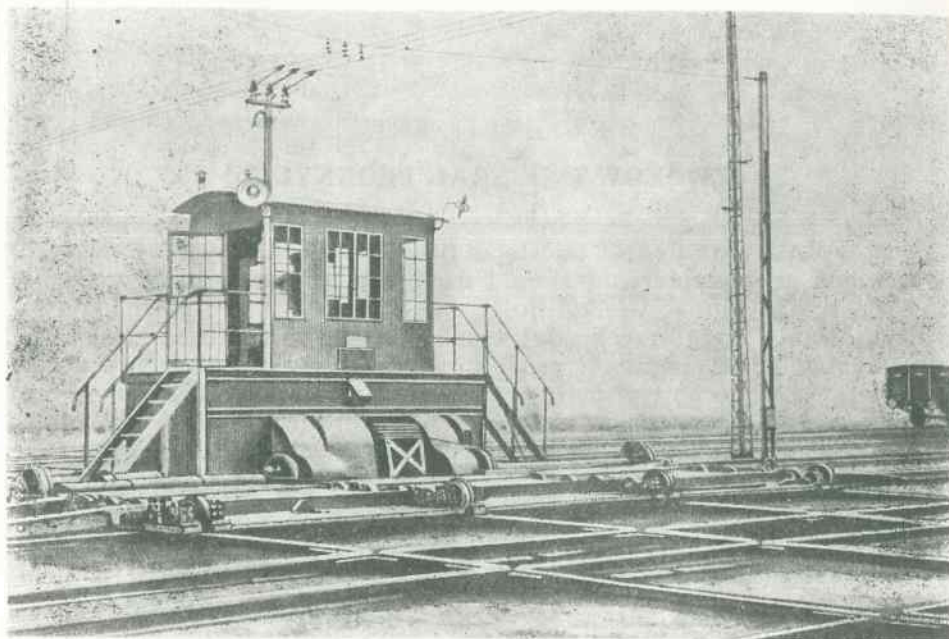
Rozdzielnie wagonów większych kopalń stanowią częstokroć duże dworce rozrządowe (rys. 441) o kilkunastu torach, gdzie rozdziela się wagony próżne pod wysypy poszczególnych sortymentów. Jeżeli się uwzględni, że dzienne wydobyte przeciętnej kopalni węgla wynosi 6000 T urobku, to zapotrzebowanie na wagony wyniesie 300 20-tonowych wagonów-węglarek. Węglarki te trzeba podstawić na tory leżące pod sortownią, a po załadowaniu należy je stamtąd usunąć, posortować według docelowego miejsca przeznaczenia i w końcu zestawić w pociągi.

Dla ułatwienia prac związanych z przetaczaniem wagonów kolejowych i ograniczenia liczby lokomotyw na dworcach kopalnianych są sto-



Rys. 441. Dworzec rozrządowy dużej kopalni

sowane elektryczne przesuwnice wagonów (rys. 442). Są to mocnej konstrukcji stalowe pomosty zaopatrzone w koła, napędzane silnikami elektrycznymi. Koła przesuwnic toczą się po szynach ułożonych w poprzek torów kolejowych. Wagon z dozwolonego toru kolejowego wtacza się na przesuwnicę za pomocą lin i kołowrotów. Następnie przesuwница prze-



Rys. 442. Przesuwница wagonów

jeżdża wraz z wagonem i spycha go na żądany tor. Przesuwnice mogą przesuwac się bądź po torach leżących w tym samym poziomie co tory kolejowe, bądź po torach umieszczonych niżej od torów kolejowych i wtedy tory przesuwnic stanowią dopełnienie torów kolejowych leżących wyżej.

60. Składy gotowej produkcji

Może się zdarzyć, że z jakichkolwiek powodów (np. brak zamówień, niepodstawienie wagonów itp.) kopalnia jest zmuszona do zmniejszenia lub też okresowego wstrzymania wysyłki gotowej produkcji. W pewnej mierze węgiel może być zmagazynowany w zbiornikach załadowniczych zakładów przeróbczych. Przy dłuższych jednak przerwach w wysyłce kopalnia musi węgiel magazynować już w składach.

Obszerne place pod składy gotowej produkcji przewiduje się możliwie blisko torów kolejowych, przy czym zawsze dąży się do umieszczenia różnych sortymentów handlowych oddzielnie. Place składowe gotowej produkcji powinny być zaopatrzone w środki transportowe (najczęściej przenośniki) łączące skład z torami kolejowymi. W razie otrzymania większego zamówienia lub większej liczby wagonów można wtedy łatwo i szybko przetransportować węgiel do wagonów kolejowych.

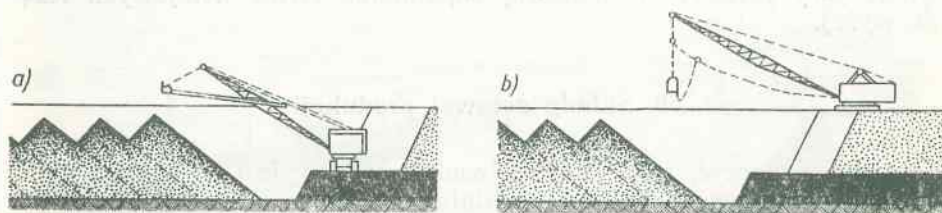
Rozdział XXI

ZWAŁOWANIE SKAŁ PŁONNYCH

Przy wykonywaniu robót udostępniających i robót przygotowawczych, jak również przy wybieraniu złożeń i następnie przy przeróbce wybranej kopaliny, trzeba usunąć wielkie ilości skał płonnych, które nie nadają się do użytkowania. Stąd przy każdej kopalni należy przewidzieć miejsce na złożenie tych nieużytecznych produktów. Produkty te mogą wypełniać wyrobiska powstałe po wybraniu złożeń (np. w kopalniach odkrywkowych) i wtedy mówi się o *zwałach* (zwały wewnętrzne) lub też mogą być zakładane na powierzchni ziemi na oddzielnych terenach i wtedy nazywa się je *hałdami* (zwały zewnętrzne).

61. Zwałowanie skał płonnych w kopalniach odkrywkowych

Zakładanie hałd w kopalniach odkrywkowych jest konieczne w okresie prowadzenia robót udostępniających oraz w początkowej fazie robót przygotowawczych i eksploatacyjnych, kiedy brak jest dostatecznie wielkiego wyrobiska na założenie zwału. Sypanie zwałów jest jednak możliwe tylko wtedy, gdy eksploatuje się złoża pokładowe lub soczewkowe, które wybiera się na całą ich grubość. W przeciwnym przypadku trzeba niestety posługiwać się hałdami.

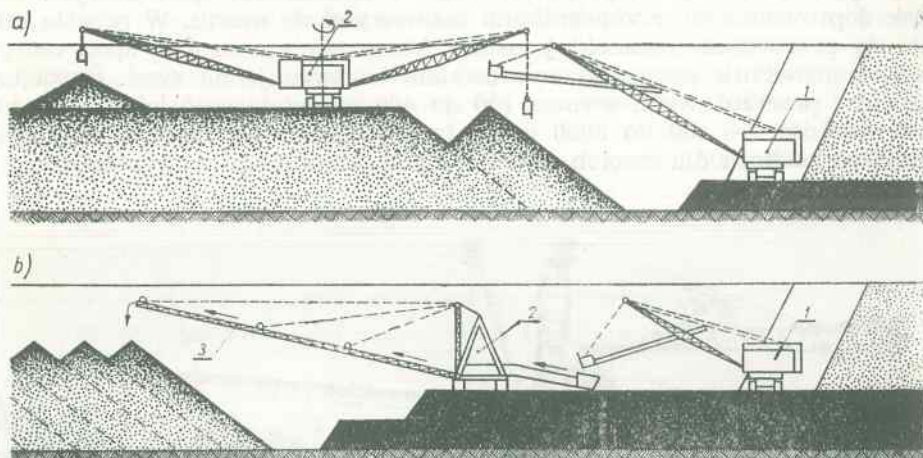


Rys. 443. Zwałowanie przez bezpośrednie przerzucanie urobku nakładowego
a — koparką o wydłużonym wysięgniku, b — zgarniarką wysięgnikową

Najkorzystniejszym sposobem zwałowania wewnątrz wyrobiska jest *bezpośrednie przerzucanie urobku nakładowego* koparką (rys. 443 a) lub też zgarniarką wysięgnikową (rys. 443 b) *na zwał*. Możliwe to jest tylko przy płytko zalegającym złożu i niewielkiej jego grubości, kiedy długości wysięgników maszyn sięgają poza wyrobisko wybierkowe.

Przy grubszych nadkładach długości wysięgników czerparek nie wystarczają już do bezpośredniego przerzucania urobku. Wtedy w najlep-

szym razie można zastosować pośrednie przerzucanie urobku nadkładowego przy użyciu dodatkowej zgarniarki wysięgnikowej (rys. 444 a) lub też dodatkowej podawarki (rys. 444 b). W pierwszym przypadku koparka 1 przerzuca urobek do wyrobiska na niski zwał, skąd ponownie zabiera urobek zgarniarka wysięgnikowa 2 i przerzuca go na zwał wysoki. W drugim przypadku czerparka 1 przerzuca urobek nie do wybranej przestrzeni,

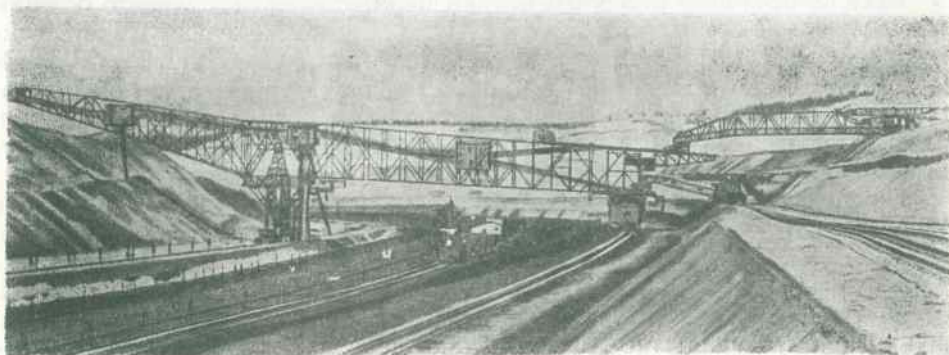


Rys. 444. Zwałowanie przez pośrednie przerzucanie urobku nadkładowego przy użyciu

a — dodatkowej zgarniarki wysięgnikowej, b — podawarki

lecz do leja załadunkowego samojezdnej podawarki 2 zaopatrzonej w długi (do 50 m) wysięgnik 3, po którym porusza się przenośnik taśmowy. W ten sposób urobek jest ponad wyrobiskiem transportowany na zwał.

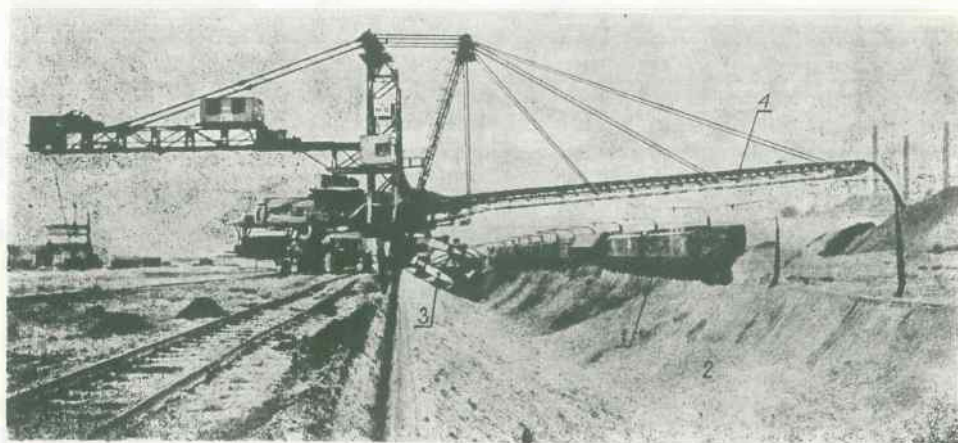
Przy dużej miąższości nadkładu, gdy zachodzi potrzeba założenia kilku poziomów nadkładowych, przy grubych pokładach kopaliny użytecznej,



Rys. 445. Zwałowanie urobku nadkładowego przy użyciu mostu przerzutowego

wymagającej założenia kilku poziomów wybierkowych, lub przy eksploatacji na raz kilku pokładów, szerokość wyrobiska może być tak duża, że bezpośrednie przerzucanie urobku jest niemożliwe. Wtedy do transportowania urobku nadkładowego stosuje się mosty przerzutowe (rys. 445). Składają się one z przęsła kratowniczowego rozpiętego w poprzek wyro-

biska między przodkami nadkładowymi i zwałem wewnętrznym. Przesło kratownicowe jest wsparte na dwóch podporach, z których jedna umieszczona jest najczęściej na jednym z pięter nadkładu, druga zaś stoi na spągu wyrobiska, a ponadto od strony zwału zaopatrzona w wysuwny wysięgnik. Podpory zaopatruje się w podwozia szynowe, co umożliwia przetaczanie mostu wzdłuż wyrobiska. Z mostem przerzutowym współpracują najczęściej czerparki łańcuchowo-kubelkowe, spod których urobek doprowadza się przenośnikami taśmowymi do mostu. W prześle mieści się przenośnik o szerokiej taśmie, który odbiera urobek spod czerperek, transportuje go ponad wyrobiskiem i wysypuje na zwał. Rozpiętość mostów przerzutowych wynosi 120 do 400 m; wydajność ich — zależnie od wielkości — 400 do 5000 m³/godz. Są one jednak drogie, wymagają dobrego podłoża dla swoich torów i nader starannego utrzymania.



Rys. 446. Zwałowanie urobku nadkładowego przy zastosowaniu transportu szynowego i zwałowarki

Przy konieczności przewozu urobku nadkładowego na większe odległości korzysta się z samowyladowczych wagonów kolejowych i trakcji elektrycznej lub rzadziej parowej. Wtedy tory kolejowe z niewielkim spadkiem doprowadza się do poszczególnych czerparek (patrz rys. 138) lub załadowni (patrz rys. 139). Pociągi załadowane urobkiem nadkładowym przewozi się następnie do miejsc, gdzie kopalina użyteczna jest już wybrana i opróżnia się wagony.

Dawniej wozy małe opróżniano bezpośrednio do wyrobiska, układając tory na krawędzi świeżo usypanego zwału. Pod ciężarem wozów, a tym bardziej ciężkich wagonów, następowało obsuwanie się skarp, co pociągało za sobą częste wypadki i przerwy w ruchu. Przy współczesnych ogromnych czerparkach, dających ponad 100 000 m³ urobku na dzień, podobne rozwiązanie nie gwarantowało należytego rozładowania wagonów. Obecnie przywożony skład wagonów 1 (rys. 446) jest opróżniany w ciągu kilku minut do wykonanego wprost w ziemi rowu *przeładunkowego* 2 głębokości 2 do 4 m i długości dostosowanej do potrzeb kopalni (30 do 200 m). Z rowu tego, już całkowicie niezależnie od transportu, urobek zabiera maszyna, zwana *zwałowarką*, i transportuje na zwał.

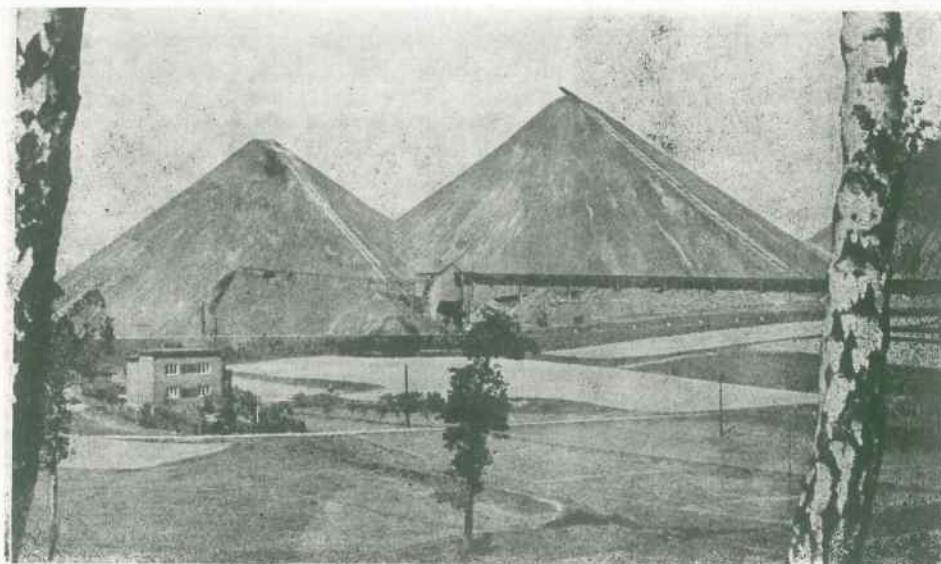
Zwałowarka składa się z łańcucha lub częściej koła z kubelkami 3, które zabiera urobek z rowu i przerzuca go na umieszczoną na długim

wysięgniku 4 podawarkę taśmową. Z podawarki urobek zsypuje się do wybranych wyrobisk. Zwałowarka przesuwana się na własnym podwoziu szynowym lub też gąsienicowym, wysięgnik zaś odchyła się na boki, podnosi i opuszcza oraz skraca się i wydłuża. Po wykorzystaniu całej długości wysięgnika wykonuje się nowy rów przeładunkowy i zwałowarkę przesuwana się bliżej skarpy. W większych kopalniach, chcąc uniknąć tych robót, wykonuje się stały rów przeładunkowy, zwałowarkę natomiast dzieli się na dwie części, a mianowicie: koło z kubelkami ustawia się na torach szynowych i pozostawia razem z rowem, podawarkę zaś ustawia się na oddzielnym podwoziu gąsienicowym i umieszcza w pobliżu skarpy zwału. Obie części łączy się z sobą przesuwnym przenośnikiem taśmowym ułożonym równolegle do skarpy zwału. Użycie zwałowarek pozwoliło znacznie przyspieszyć prace związane z usuwaniem nadkładu i równocześnie zapewnić całkowite bezpieczeństwo pracy ludzi i maszyn na zwałach.

Do wyrównywania powierzchni zwałów stosuje się poznane już poprzednio spycharki.

62. Zwałowanie skał płonnych w kopalniach podziemnych

W kopalniach podziemnych, a zwłaszcza węgla, skały płonne pochodzące z wyrobisk górniczych oraz odpady pochodzące z zakładów przerobowych trzeba wywozić poza obręb powierzchni kopalnianej. Konieczność ta wynika z tego, że w materiałach tych spotyka się liczne cienie przerosty węglowe, które z biegiem czasu ulegają samozapaleniu, a więc są



Rys. 447. Widok hałd stożkowych

niebezpieczne ze względu na możliwość pożaru. Ponadto tłące się cząstki węgla, zwłaszcza w połączeniu z piritami, wydzielają cuchnące dymy, które dostawałyby się szybem wraz z powietrzem do kopalni.

W tym celu *na hałdy* kopalniane wykorzystuje się przede wszystkim wszelkie *zapadliska* powstałe na powierzchni ziemi po wybraniu kopaliny

użytecznej. Kamień z wywrotów na nadszybiu oraz z rur zsypanych sortowni dostaje się do zbiorników, skąd jest ładowany najczęściej do wąskotorowych wozów-wywrotek i lokomotywami elektrycznymi, spaliniowymi lub parowymi przewożony do miejsca zwałowania.

W razie braku zapadliska w niedalekiej odległości od kopalni usypuje się wysokie *hałdy stożkowe* (rys. 447). Na zboczu hałdy układa się tory kolejek, które na szczycie zakańczą się głowicą zawierającą krążki zwrotne dla lin oraz wywroty dla wozów.

Dymiące hałdy, zatruwające powietrze na wiele kilometrów wokół kopalni, to jeden z dotychczas nie rozwiązanych problemów przemysłu górniczego. Dla uniknięcia zwałowania kamienia i odpadów na powierzchni ziemi dąży się obecnie do kierowania ich po odpowiednim rozdrobieniu z powrotem do podziemia do podszadania wyeksploatowanych wyrobisk.

Poza tym hałdy, zawierające jałową skalę, przez długie lata stanowią nieurodzajny teren, trudno dający się zadrzewić lub też obsadzić roślinami. Stwarza to pozory wyniszczenia roślinności na terenach zajętych przez kopalnie. Przez odpowiednie jednak *zagospodarowanie hałd* można na nich zakładać wspaniałe parki i ogródki działkowe.

ZAKOŃCZENIE

Po ostatniej wojnie światowej obserwuje się w górnictwie niebywale szybki rozwój mechanizacji i elektryfikacji kopalń, zwłaszcza kopalń węgla. Dawne ręczne sposoby urabiania węgla prawie całkowicie zanikają, zastępują je zespoły skomplikowanych maszyn lub coraz częściej maszyny zespołowe. Coraz więcej urobku ładuje się maszynowo, transport jest już prawie całkowicie zmechanizowany, podsadzanie w większości przypadków odbywa się hydraulicznie (podsadzka plynna), pneumatycznie maszynami (podsadzka dmuchana lub podsadzka miotana). W ostatnich latach przeprowadza się próby stosowania obudowy zmechanizowanej. Z roku na rok kopalnia przemienia się w tętniącą pulsem maszyn olbrzymią fabrykę. Zniknęła bezpowrotnie cisza chodników i komór, strasząca trzaskiem drewnianej obudowy lub groźnym pomrukiem górotworu. Zastąpił ją jazgot przenośników, szum wrębiarek i kombajnów oraz stukot nieustannie spieszących wozów. Mrok rozproszyły tysiące żarówek i świetlówek. Spieszą rozpędzone pociągi, zapalają i gasną sygnały ostrzegawcze, terkoczą dzwonki telefonów, przez radio biegną rozkazy dyspozytorów. Całą dawną tajemniczość kopalni zastąpił rytm nowoczesnej pracy zmechanizowanej, gdzie liczne przyrządy kontrolują i korygują najmniejsze omyłki człowieka. A jednak pomimo tego niebezpieczeństwo nagłych zawałów, zalawu kopalni, wybuchu gazu kopalnianego czy powstania pożaru wciąż istnieje. Praca w górnictwie wymaga zatem o wiele większej umiejętności i ostrożności niż w innych zawodach; jest ona również bardziej odpowiedzialna i prawdopodobnie dlatego zawód górniczy jest zawodem atrakcyjnym. Ponieważ zawód ten jest trudny i wymaga dużego zdyscyplinowania, górnicy korzystają ze specjalnych przywilejów, których wyrazem jest tzw. Karta górnicza.

Górnictwo polskie, mocno zdewastowane w okresie wojennym, znalazło się po wojnie w bardzo trudnych warunkach. Brak specjalistów z wielu dziedzin górnictwa, brak własnych fabryk maszyn i sprzętu górniczego, brak instytutów naukowo-badawczych i biur projektowych, brak jednolitej struktury organizacyjnej kopalń — oto obraz naszego wielkiego przemysłu węglowego w 1945 r. Wspólnym wysiłkiem wszystkich bez wyjątku górników — robotnika, technika i inżyniera — stworzono mocne podwaliny pod rozbudowę nowoczesnego górnictwa. I dziś z perspektywy lat można stwierdzić, że wysiłek ten nie poszedł na marne, że górnik polski dobrze przysłużył się Ojczyźnie, Polsce Ludowej.

Wykształcono liczne grono specjalistów z najróżnorodniejszych dziedzin górnictwa. Specjaliści objęli pracę w kopalniach, instytutach naukowo-badawczych, biurach projektów, budownictwie kopalń itd. Stworzono i wybudowano najbardziej nowoczesnie wyposażone fabryki maszyn i sprzętu górniczego. Olbrzymia ta praca wymagała przede wszystkim

wprowadzenia w życie jednolitej struktury organizacyjnej przemysłu górniczego. Dalszym etapem było unowocześnianie kopalń, a przede wszystkim mechanizacja i elektryfikacja. Jeśli pod tym względem nie dorównaliśmy jeszcze ZSRR i USA, to jednak stoimy już obecnie na poziomie wielu państw o silnie rozwiniętym przemyśle węglowym. Jeśli więc pod względem mechanizacji i elektryfikacji kopalnie nasze wykazują jeszcze pewne zacofanie, to młoda kadra specjalistów wychowana już w Polsce Ludowej rokuje nadzieję, że szybko zrównamy się z krajami o przodującej technice górniczej.

Pozornie wydaje się, że górnictwo jest zawodem prostym i niemal prymitywnym. Jednak już przy pobieżnym zapoznaniu się z nim trzeba zdanie całkowicie zmienić. Wymaga on tak szerokiego zakresu gruntownej wiedzy z różnych dziedzin nauki jak żaden inny zawód. Ponadto wymaga gruntownego wyrobienia życiowego, zdyscyplinowania, a przede wszystkim poczucia koleżeńskiej w obliczu niebezpieczeństwa, z jakim można się spotkać pod ziemią.

Książka Zarys Górnictwa ma cel dwojaki: wprowadzić studiującą młodzież w możliwie przystępny sposób w całokształt górnictwa oraz zapoznać ogół społeczeństwa z tym, co rozumiemy pod pojęciem kopalni. Tej kopalni, która znajdując się głęboko pod ziemią, dla przeciętnego mieszkańca Polski jest często niezrozumiałą. Dla tych celów autorzy starali się możliwie bogato ilustrować książkę fotografiami.

SKOROWIDZ RZECZOWY

- Agregat wiertniczy 47
 Akcja ratownicza 191 ÷ 193
 Ambulatorium kopalniane 255
 Amoniakalna 262
 Amonity 165
 Anemometr 183
 Antyklina 28
 Aparat oddechowy 192, 193, 248
 Aparat ucieczkowy 193
 Atmosfera kopalniana 176
 Aureola 178
 Azydek ołowiu 165
 Azymut rozciągłości 28
- Barograf** 180
Barometr 180
Benzol 262
Benzolownia 262
Betonit 70
Bitumizacja skał 59
Brykietciarka 261
Brykiet węglowy 260
Brykietownia 260
Budynek nadszybowy 243
Budynek zmywczy 245
But obudowy szybu 60
Butla tlenowa 192
- Cardox** 165
Cementowanie skał 59
Chodnik kieszeniowy 86
 — nadścianowy 114, 139
 — odwadniający 194
 — piętrowy 85
 — podścianowy 114
 — podwójny 84, 188
 — pojedynczy 188
 — pośredni 85
 — przewozowy 84
 — transportowy 84, 85
 — wentylacyjny 85
Chwytnik 82
Ciągnięcie 229 ÷ 239
Ciąglik samochodowy 209, 210
Cisnienie górotworu 133
Czerpaka łańcuchowo-kubełkowa 82
 — kołowo-kubełkowa 83
Czoło przodku 114
- Depresja wentylatora** 185
Dmucharka podsadzki suchej 139
Dopływ wody kopalnianej 195
Doprowadzanie powietrza 183, 184
- Dowierzchnia** 142, 145
Droga samochodowa 209
Drużyna ratownicza 191
Drzewiarka 223
Drzwi wentylacyjne 186
Dworzec kopalniany 264, 265
 — podszybowy 64
 — rozrządowy 64
Dwutlenek węgla 176
 — siarki 177
Dym pożarowy 189
Dynamit 164
Dyspozytornia przewozu 64, 228, 229
Dźwignica linowa 205, 207, 208
- Eksploracja odkrywkowa** 105
 — — stokowa 105
 — — węglna 105, 106
 — — podziemna 113
 — — warstwami 113
Elektrownia kopalniana 251
Elektrowóz akumulatorowy 224, 225
 — przewodowy 202, 224, 225
- Fala ciśnienia** 133
Filar ochronny 150, 196
 — oporowy 147, 197
 — przeciwpożarowy 190
 — wybierkowy 140, 141
Flotacja 258
Flotownik 258
- Gardło** 144
Gaszenie pożaru 190, 191
Gaz kopalniany 178
 — ziemny 151
Gazolina 162
Gazy pożarowe 189
Geofizyczne sposoby poszukiwań 32
Geologiczne sposoby poszukiwań 31
Górnice sposoby poszukiwań 37
Glinizacja skał 59
Głowica płuczkowa 44, 45
 — rurowa 162
Gniazdo 30
Graca 218
Graniatka 45
Grawimetr 34
Grot 115
Gruszka 49
- Hak instrumentacyjny** 48, 49
Hala maszyn wyciągowych 249

Hałda 268, 271

Ilość powietrza 183, 184

Ilowanie skał 48

Instrumentacja 48

Kamieniołom 25

Karbid 173

Karta Górnika 13

Kierat pompowy 157

Kieszeń 86

Kilof 78

Kiwak 157, 158

Klatka szybowa 230, 231

Koks 261

Koksownia 261

Kolejka łańcuchowa 239

— wisząca linowa 205

Koło kierujące 235

Kombajn frezująco-wierzący 101

— frezujący bębnowy 99, 125

— — kulowy 100

— — łańcuchowy 98, 125

— — łapowy 126

— — ślimakowy 99

— strugający 127

— wierząco-wycinający 100, 129

— wierzący pierścieniowy 95, 122

— — ramionowy 95, 121

— — wiertłowy 96, 122

— wycinająco-odbijający 101, 130

— — strugający 130

— wycinający 97, 124

Komfort pracy 182

Komora koksownicza 261

— pomp 64, 196, 197

Kompas geologiczny 28

Kopalina użyteczna 15, 27

Kopalnia doświadczalna 180

— miedzi 17

— ołowiu 17

— odkrywkowa 50, 79

— podziemna 51

— ropy naftowej 20

— rudy 22

— soli 17

— srebra 17

— stokowa 105

— węgla 18

— wgłębna (głębinowa) 105

Kopalnictwo 11

Koparka 76, 79

Korona ratunkowa (instrumentacyjna)
49

Koronka wiertła udarowego 73, 74

— diamentowa 44

— rdzeniowa 43, 44

— śrutowa 44

— uzębiona 43, 44

Kotłownia kopalniana 249

Kruszarka 263

— młotowa 263

— szczękowa 262

— walcowa 263

Kubel 229

Kurawka 59

Kuźnia kopalniana 252

Kwasowanie odwiertu 159

— pokładu 159

Lampa acetylenowa 173

— akumulatorowa 174

— benzynowa 173, 174

— fluoryzująca 175

— górnicza 173, 174

— nabełmna 174

— olejowa 173

— ręczna 173, 174

— wskaźnikowa 174, 179

— żarowa 175

Lampownia kopalniana 246, 247

Lej podsadzkowy 246

Likwidacja zrobów 138

Lina bez końca 203

— ciągnąca 205

— nośna kolejki linowej 205

— — dźwignicy linowej 205, 207

— otwarta 203

— podnosząca 207

— wyciągowa 234

— kopalniana 234

— wyrównawcza 232

Lokomotywa elektryczna 202, 224

— parowa 202

— pneumatyczna 224, 226

— spalinowa 202, 224, 226

Lont wybuchowy 165

— detonacyjny 165

Lutnia wentylacyjna 188

Ładowanie strzelaniem 117, 144

— ręczne 144

— wrębiarką 118, 145

— otworu strzałowego 166, 168

Ładowarka chwytakowa 54, 55

— gracowa 91

— łapowa 93

— palczasta 109

— talerzowa 92

— wstrząsana 93

— zasięrgutna 75, 77

— zgarniakowa 75

— zgrzeblowa 91, 120

Łańcuch bez końca 203, 204

— wrębowy 87

Łapacz wozów 228

Łapadła klatek (skipów) 232

Łaźnia kopalniana 255

Łopata 75

Łubki szynowe 199

Ługowanie komorowe 170, 171

— kopaliny użytecznej 170

— natryskami 170

Ługownia 171

Łuk drogi 209

— toru 199, 200

Łupność 29

Łyżka wiertnicza 46

Magnetometr 33

Masyw 29

Maszyna wyciągowa wieżowa 238

— — z cewami 236

Maszyna wyciągowa z bębni 236

— — jednolinowa 236

— — wielolinowa 237

— — z kołem pędnym 237

Materiał wybuchowy 164, 165

— — inicjujący 164

— — powietrzny 165

— — węglowy 165

— — kruszący 164

— — miotający 164

Materiały kamienne 26

Metan 178

Mieszanina wybuchowa 178

Miotarka podsadzki suchej 139

Młotek elektryczny 116

— pneumatyczny 112, 115

Most przerzutowy 269

— wydławczy 236

Muszla podsadzki 246

Nabijanie otworu strzałowego 166

Nabój udarowy 166

Nachylenie pokładu 27

Naczynie wyciągowe 230

Nadkład 27, 50

Nadszybie klatkowe 241

— skipowe 241, 242

Natryski na czoło przodku 170

Nawierzchnia toru 198, 220

Niecka osiadania 150

Niewypał 169

Noga 143

Nośnik szybowy 212

Nożyce wiertnicze 41

Nóż wrębowy 89, 90

Obciążnik 41

Objazd pochylniany 228

Obudowa betonitami 69

— betonowa 56, 69

— chodników 101

— drewniana 69, 101, 137, 145

— krzyżami 132

— łukami stalowymi 69, 202

— mieszana 103

— murowana 56, 69

— opuszczona 59, 60

— przecznic 66

— przesuwna 137, 138

— stalowa 56, 134

Obudowa tarczami 68, 137

— szybów 53

— ścian 132 ÷ 140

— wbijana 59, 67

— żelbetowa 56, 69

Ocios 67

Odcisk 49

Oddzielacz gazoliny 162

Odpady 259

Odpalanie ładunków materiałów wybuchowych 166, 169

Odstawa urobku 211 ÷ 219

— własnym ciężarem 211

— przenośnikami 212 ÷ 219

— zgarniarkami 218 ÷ 220

Odwadnianie wyrobisk 194

Odwiert 151

Okrętka 41

Ograniczanie dopływu wód 195, 196

Opylanie 180

Organy 133

Osadzarka miałowa 258, 259

Osiadanie powierzchni 150

Oskard 78

Oświetlenie wyrobisk 173 ÷ 175

Otwór poszukiwawczy 39 ÷ 50

— strzałowy 87, 109, 166

— wiertniczy 151

Oznaki pożaru 189

Pas podsadzki 139

Pasterka 41

Perlik 71

Piętro 51

Piorunian rtęci 165

Plaszczyna uwarstwiona 29

Plan świetlny 228

Plot węglowy 143

Pluczka lewa 48

— o krążeniu normalnym 48

— — odwróconym 48

— osadzarkowa 258, 259

— prawa 48

— wiertnicza 46

Płyta rozjazdowa 221

— — nakładana 200

— — obrotowa 200

Pochłaniacz 192

Pochylnia obchodowa 228

— transportowa 85 ÷ 87

Podawarka taśmowa 91

— zgrzeblowa 91

Podkład torowy 199

Podkładka szynowa 199

Podłoże 27

Podpórka pneumatyczna 72, 73

Podsadzka płynna 139, 191, 243

— sucha częściowa 138

— — pełna 139

Podszybia klatkowe 64, 238, 239

— skipowe 66, 240

Podłoże 198, 220

Podtrzymywacz z lin 207, 208

Podwózek 227

Pogłębianie szybu 63

Pokład 27

Pole filarowe 141

— obudowy 133

— przyczółowe 133

— przyzrobowe 133

— robocze 133

— wybierania 85

Pomost wiertniczy 72

— wahadłowy 238

Pompa Mamut 153, 154

— wyporowa 153, 154

Pompowanie ropy 154

Poszukiwania geofizyczne 32 ÷ 37

— geologiczne 31, 32

— górnicze 31, 37

— robotami wiertniczymi 38 ÷ 50

Powierzchnia kopalniana 243

Powietrze sprężone 251

Powstawanie pożarów podziemnych 189

- Poziom wydobywczy 51
 Pożar podziemny 189, 190
 — — w zrobach 189
 — — w miejscach nagromadzenia miazgu 190
 — — w szczelinach 190
 Prąd powietrza 189
 Prędkość powietrza 182, 183
 Proch strzelniczy 164
 Produkt pośredni 259
 Prowadnica klatki 230
 Prowadnik szybowy 232
 Przecinka 84, 188
 Przecznicza 66
 Przedział drabinowy szybu 53
 — wyciągowy szybu 53
 Przegroda wentylacyjna 188
 Przekop 66
 Przenośnik ładujący 121
 — płytowy 218
 — — giętki 218
 — taśmowy 216
 — — giętki 217
 — wstrząsany 212, 213
 — zgrzebłowy 214
 — — hamujący 214, 215
 — — lekki 214, 215
 — — pancerny 214, 216
 Przepłuczka 74
 Przerosty 259
 Przeróbka węgla 258
 — soli 263
 — rud 264
 Przesiewacz rusztowy 258, 259
 — sitowy 258, 259
 Przesuwница wozów 220, 221
 — wagonów 264, 266
 Prześwit toru 199
 Przewietrzanie kopalni 176 ÷ 188
 — naturalne 184
 Przewietrzanie ssące 185
 — sztuczne 185
 — tłoczące 185
 Przewód wiertniczy 40, 41
 Przewóz drogowy 208, 209
 — liną bez końca 224
 — linowy 205, 224
 — lokomotywowo 202, 224
 — pochylniany 227
 — szynowy 202 ÷ 204
 — samochodowy 209
 — konny 209, 224
 — ręczny 224
 — oponowy 226
 Przodek ścianowy 113
 Przybierka spągu 86
 — stropu 86
 Przybijak 168
 Psychrometr 182
 Psychoaspirator 182
 Pułap 67
 Pył kamienny 180
 — węglowy 179, 180
 Rabowanie obudowy 138
 Raczek 88
 Rdzeniówka 44
 Regulator jazdy 237
 Roboty geologiczno-poszukiwawcze 21, 31, 32
 Roboty górnicze 37
 — przygotowawcze 78
 — ratunkowe 48
 — strzelnicze 164
 — udostępniające 50
 Ropa naftowa 21, 151
 Rozciągłość pokładu 28
 Rozjazd 200
 — angielski 200
 — lewy 200
 — prawy 200
 — symetryczny 200
 — nakładany 200, 201
 Rozszerzacz 48
 Rów odwadniający 194
 — przeładunkowy 270
 — poszukiwawczy 37
 Ruda cynkowo-ołowiana 22, 23
 — żelaza 23
 Rura okładzinowa 48
 — podsadzkowa 138
 Rurowanie otworów 48
 Rząp 87
 Samochód do przewozu urobku 209, 210
 Samozapalenie węgla 189
 Sejsmograf 36, 37
 Separator ropy i gazu 152
 Sfałdowanie pokładu 28
 Siłownia kopalniana 249
 Siodło pokładu 28
 Skala krucha 66
 — mocna 66
 — plastyczna 66
 — płonna 15
 — spagowa 27
 — stropowa 27
 — sypka 66
 Skip szybowy 233
 — wywrotny 233
 — klatka 233
 Skład drzewny 256
 — gotowej produkcji 267
 Składy skalne 30
 Słup podporowy 72, 76
 — solny 29
 Smoła koksownicza 262
 Solarium kopalniane 255
 Sortymenty węgla 258
 Sól kamienna 24, 32
 — potasowa 24
 Spąg 27, 67
 Spagnica 102
 Spłonka 165
 Sprężarka 251
 Sprężarnia powietrza 251
 Sprzęg wozowy 223
 — automatyczny 223
 — obrotowy 223
 — stały 223
 — zdejmowany 223
 Spycharka 81
 Stacja pomiarowa powietrza 183
 — ratownicza kopalni 193, 249

Stojak drewniany 102
 — hydrauliczny 136
 — podatny 135
 — stalowy 134
 — sztywny 135
 Stokowa eksploatacja odkrywkowa 105
 Stos 134
 Strop 27, 67
 Stropnica 102
 — członowa 136, 137
 — drewniana 102
 — linowa 137
 — sztywna 136
 — stalowa 136
 Strzelanie komorowe 109
 — podkopowe 111
 Surowiec ceramiczny 24
 Synklina 28
 System wybierania 106, 113
 Szatnia kopalniana 255
 Szczelinowanie pokładu 158
 Szkody górnicze 150
 Sztolnia odwadniająca 194
 — poszukiwawcza 38
 — udostępniająca 52
 Szyb pionowy 52
 — pochyły 52
 — wdechowy 52, 184
 — wentylacyjny 52, 185
 — wydechowy 52, 184
 — wydobywczy 52
 Szybik poszukiwawczy 37
 — ślepy 52
 Szyna kolejowa 199
 — podwieszona 205
 Szyniak 199

 Sciana 113
 Śruba popustowa 42
 Świder gryzakowy 43
 — łyżkowy 40
 — łyżkowo-czerpakowy 40
 — rdzeniowy 43
 — rybi ogon 43
 — skrzynkowy 39
 — spiralny 39
 — śrubowy 39
 — talerzowy 39
 — udarowy 40
 — wiertniczy 40

 Tama chodnikowa 188
 — podsadzkowa 140
 — pożarowa 191
 — — izolacyjna 191
 — przeciwpożarowa 190
 — wentylacyjna 186
 — — głucha 187
 — — regulacyjna 187
 — — z drzwiami 187
 — — z oknem 187
 — wodna 195 ÷ 197
 Tarcza hamulcza 203, 227
 — osłonowa 68
 — przesuwna 137
 Taśma przenośnikowa 217
 — przebieczna 258

Temperatura powietrza 181
 Tlen 176
 Tlenek azotu 177
 — węgla 177
 Tor linowy 198, 205
 — szynowy 198, 220
 Torpedowanie odwiertu 158
 Trójnog 40, 42
 Trzon główny klatki 232
 Tubing 56, 68
 Tunel 38

 Ubierka 140
 Udostępnienie złóż 50
 Uławiczenie skał 29
 Upad pokładu 27
 Upadacz 85, 227
 Urabianie materiałami wybuchowymi
 54, 71, 108, 145, 164
 — maszynowe 78, 94, 114, 121
 — ługowaniem 170
 Urabianie ogrzewaniem 171
 — hydrauliczne 107, 145
 Uskok 28
 Usuwanie wód z kopalni 197
 Uszkodzenia górnicze 150
 Uwarstwienie skał 29

 Waga skręceń 34
 Wagon z otwieranymi bokami 201
 — samowyładowczy 201
 — — z przechylną skrzynią 201
 — — z podnoszoną skrzynią 246
 Warsztaty kopalniane 252
 Warzelnia soli 263
 Wcinka 50
 Wentylator kopalniany 182, 185
 Wentylatorek lutniowy 188
 Węgiel brunatny 21
 — kamienny 20
 — surowy 259
 — wzbogacony 259
 Węglębna eksploatacja odkrywkowa 105
 Wiązanie obudowy 102
 Wieniec obudowy 56
 — podstawowy 56
 — szybowy 56
 Wiercenie kulami 43
 — linowe 40
 — obrotowe 43
 — okrętne 39
 Wiercenie pełnoobrotowe 43
 — rdzeniowe 43
 — udarowe 40
 — żerdziowe 40
 Wiertarka obrotowa 86
 — udarowa 71, 72
 Wiertło obrotowe 88
 — udarowe 72, 74
 Wiertnica udarowa 42, 43, 108
 — obrotowa 46, 108
 — przenośna 64
 Wieża chłodnicza 249
 — górnicza 261
 — szybowa 235
 — wiertnicza 42, 46
 — wyciągowa 235

Wilgotność powietrza 181
 Wisząca kolejka linowa 205
 Włom 68
 Woda kopalniana 195
 — płuczkowa 44
 Wóz górniczy 262
 — kopalniany 200, 221, 222
 — — z otwieranymi bokami 200, 201
 — — oponowy 226
 — — osobowy 223, 224
 — wiertniczy 72, 74, 87, 149
 — wywrotka 200
 Wózek kolejki wiszącej 205
 — nośny dźwignicy 207
 Wpręg zaciskowy 205
 Wrab 88
 Wrębiarka odbijająca 88
 — wycinająca łańcuchowa 88, 116
 — uniwersalna 88, 148
 — zabierkowa 143, 144
 Wrębnik 89
 Wrębołupacz 130
 Wręboprzełożnik 132
 Wrębostrug 130
 Wrębowiny 88
 Wskaźnik głębokości 237
 — prężności naczynia wydobywczego 232
 Wybieranie komorami 147, 150
 — pasami 107
 — systemem filarowo-ubierkowym 140
 — — — zabierkowym 142
 — — — filarowym 147
 — — ścianowym 106, 113, 150
 Wybuch gazu kopalnianego 179
 — gazów pożarowych 189
 — pyłu węglowego 180
 Wychodnia pokładu 28, 32
 Wyciąg szybowy 229, 230
 Wydobywanie ropy naftowej 151 ÷ 159
 — gazu ziemnego 162
 Wyklinienie pokładu 28
 Wykop pochyły 50
 Wyrobisko eksploatacyjne 114
 — korytarzowe 67
 — odkrykowe 105
 — podziemne 85
 — poszukiwawcze 37
 — przyszybowe 63
 — przygotowawcze 85
 — udostępniające 50, 67
 — wybierkowe 144, 147
 Wywrotka-wóz 200
 Wywrót 240
 Wznios pokładu 27

Zabierka 142
 Zagospodarowanie hałd 272
 Zajeżdźnia elektrowozów 64
 Zakład przeróbki mechanicznej 257
 Zamrażanie skał 61, 62
 Zapalarka 166
 Zapalnik elektryczny 166
 — mostkowy 166
 — ostry 167, 168
 — szparowy 166
 Zapora pyłowa 180
 Zapobieganie pożarom 189, 190
 Zapora wozowa 239
 Zapychak 238
 Zawarcie pochylniane 228
 Zawiesie liny nośnej 230
 — — wyrównaczej 230
 Zbiornik podszadzkowy 246
 — wody kopalnianej 64
 Zbrojenie szybu 58
 Zestaw kołowy 222
 Zgarniak 75, 218
 Zgarniarka 28, 29
 — wysięgnikowa 79, 80
 — kołowrotna 80
 — ciągnikowa 80, 81
 Zgazowywanie węgla 172
 Zgłębianie szybu 58
 Złoże 27
 — foremne 27
 — gniazdowe 30
 — nieforemne 27
 — okruchowe 30
 — pokładowe 27
 — przemysłowe 30
 Znaczk obecności 253
 Znaczkownia 253
 Zraszanie 180
 Zroby 114, 138, 189
 Zsuwnia prosta 212
 — śrubowa 212
 Zsypnia 211
 Zwały 268
 Zwałowanie skał płonnych 268
 Zwałowarka 270
 Zwierciny 44, 74

Źródła mineralne 22, 25, 26, 32

Żelazko 71
 Żerdź pompowa 155
 — wiertnicza 40, 41
 Żuraw pompowy 156, 157
 Żyła 29

SPIS TOMÓW DZIEŁA ZBIOROWEGO GÓRNICTWO ¹⁾

Tom I	Zarys górnictwa	1949 I wyd. 1960 II wyd.
Tom II	Złóża i założenie kopalni	przyg.
Tom III	Mechanika górnicza	
	Część 2 Mechanika górotworu	1955
	Część 2 Górnicza mechanika techniczna	1961
Tom IV	Eksploracja złóż	
	Część 1 Eksploracja odkrywkowa	przyg.
	Część 2 Podziemna eksploatacja pokładów węgla	1952
	Część 3 Podziemna eksploatacja innych kopalin	przyg.
Tom V	Urabianie złóż	
	Część 1 Urabianie młotkami i wiertarkami	1961
	Część 2 Urabianie wrębiarkami	1961
	Część 3 Urabianie kombajnami	1957
	Część 4 Urabianie materiałami wybuchowymi	1961
	Część 5 Urabianie innymi sposobami	przyg.
Tom VI	Wykonywanie wyrobisk	
	Część 1 Głębenie szybów metodą zwykłą z powierzchni	1961
	Część 2 Głębenie szybów metodami specjalnymi	1961
	Część 3 Wykonywanie podszybi	przyg.
Tom VII	Obudowa wyrobisk	
	Część 1 Drewno kopalniane i obudowa drewniana	1957
	Część 2 Obudowa metalowa	1962
Tom VIII	Podsadzanie wyrobisk	
	Część 1 Podsadzka płynna	1950
	Część 2 Podsadzka sucha	przyg.
Tom IX	Transport kopalniany	
	Część 1 Odstawa urobku	1951
	Część 2 Przewóz	1960
	Część 3 Przyszybia wyciągów klatkowych i skipowych	1958
	Część 4 Wyciągi szybowe	1957
	Część 5 Ładowanie urobku	1953
Tom X	Wentylacja kopalń	
	Część 1 Przewietrzanie wyrobisk	1951 I wyd. 1961 II wyd.
	Część 2 Wentylatory kopalniane	przyg.
Tom XI	Pożary i wybuchy w kopalniach	
	Część 1 Pożary podziemne	1956
	Część 2 Wybuchy pyłu i gazów	przyg.
	Część 3 Ratownictwo górnicze	przyg.

¹⁾ Rok ukazania się w druku danego tomu lub części podano tłustą czcionką, w wydawaniu zwykłą czcionką, tomy zaś będące w stadium opracowania autor-
skiego bądź przygotowywane oznaczono skrótem „przyg.”.

Tom XII	Odwadnianie wyrobisk	1949
Tom XIII	Oświetlenie i sygnalizacja	
	Część 1 Oświetlenie	1956
	Część 2 Urządzenia teletechniczne w podziemiach ko- palń	1955
Tom XIV	Zastosowanie energii w kopalni	przyg.
Tom XV	Przeróbka mechaniczna	przyg.
Tom XVI	Gospodarka w przemyśle węglowym	
	Część 1 Projektowanie górnicze	przyg.
	Część 2 Planowanie w górnictwie węglowym	1953
	Część 3 Organizacja pracy w kopalni	1959
Tom XVII	Miernictwo górnicze	
	Część 1 Pomiary sytuacyjno-wysokościowe kopalń . .	1952
	Część 2 Orientacja kopalń	1950
	Część 3 Zagadnienia geodezyjne, mapy, pomiary reali- zacyjne	1959
Tom XVIII	Technika bezpieczeństwa w górnictwie	1953
Tom XIX	Powierzchniowe budowle kopalniane	przyg.

