

PROF. DR INŻ. WITOLD BUDRYK
DOC. INŻ. WACŁAW LESIECKI

GÓRNICTWO

TOM
I

ZARYS GÓRNICTWA

OBEJMUJE:

Encyklopedyczne wiadomości
całokształtu górnictwa

1 9 4 9

INSTYTUT WĘGLOWY
KATOWICE

PROF. DR INŻ. WITOLD BUDRYK
DOC. INŻ. WACŁAW LESIECKI

GÓRNICTWO

TOM I

Zarys Górnictwa



1 9 4 9

NAKŁADEM INSTYTUTU WĘGLOWEGO
KATOWICE

Państw. Bielskie Zakłady Graficzne Oddz. Nr 1 — Bielsko, ul. Mickiewicza 7 — Telef. 13-86
Papier ilustracyjny 70 X 100 gr. 90 — Nakład 5000 egzempl. B-5 — 12¹/₂ arkuszy — R-012313.

SPIS RZECZY

	Str.
Przedmowa	5
Wstęp	7
1. Kopaliny użyteczne	10
2. Górnictwo w Polsce	14
Dzieje górnictwa na ziemiach polskich	14
Stan obecny przemysłu górniczego w Polsce	17
3. Złóża kopalin użytecznych	21
4. Złóża przemysłowe	23
5. Poszukiwanie złóż	25
Poszukiwania geologiczne	26
Poszukiwania geofizyczne	28
Poszukiwania górnicze	31
6. Wykonywanie otworów wiertniczych	33
Wiercenia okrętne	34
Wiercenia udarowe	35
Wiercenia obrotowe	38
Usuwanie urobku wiertniczego	41
Rurowanie otworów	43
Wypadki podczas wiercenia i rurowania	44
7. Udostępnienie złóż	45
8. Zgłębianie i obudowa szybów	49
Szyby w skałach zwiezłych i suchych	49
Szyby w skałach zwiezłych, o dużym dopływie wody	51
Szyby w skałach ciekłych	53
Przebijanie szybu od dołu	57
Podszybia	57
9. Roboty przygotowawcze	58
10. Eksploatacja złóż	61
Eksploatacja odkrywkowa	61
Eksploatacja podziemna systemem ścianowym	61
Eksploatacja podziemna systemami filarowymi	66
Wybieranie systemem komorowym	67
Wybieranie warstwami	69
Wpływ eksploatacji podziemnej na powierzchnię	69
11. Urabianie skał	69
Urabianie narzędziami ręcznymi	70
Urabianie mechaniczne	74
Wiercenie otworów strzałowych	77
Wykonywanie wrębu	81
Rozmieszczenie otworów strzałowych	85
Górnnicze materiały wybuchowe	86
Środki zapalcze	87
Nabijanie i strzelanie	89
Urabianie za pomocą wody	93
Urabianie za pomocą ognia	94
12. Obudowa wyrobisk podziemnych	95
Obudowa wyrobisk przygotowawczych	95
Obudowa wyrobisk eksploatacyjnych	100
13. Oświetlenie kopalni	104
14. Atmosfera kopalniana	106
Tlen	106
Dwutlenek węgla	107

Tlenek węgla	107
Inne gazy trujące	108
Gaz kopalniany	108
Branie prób powietrza w kopalni	110
Pył węglowy	110
Ciśnienie powietrza	111
Temperatura powietrza	112
Wilgotność powietrza	112
Ciepłe warunki pracy	113
Prędkość powietrza	114
15. Przewietrzanie kopalni	115
Potrzebna ilość powietrza	115
Doprowadzenie powietrza do kopalni	115
Rozprowadzenie powietrza w kopalni	117
Przewietrzanie przodków	119
16. Pożary podziemne	121
Powstawanie pożarów	121
Zapobieganie pożarom	121
Gaszenie pożarów	122
Akcja ratownicza	124
Otwieranie otamowanych pól	125
17. Odwadnianie kopalni	126
18. Transport podziemny	129
Odstawa	129
Przewóz	138
19. Ładowanie urobku	153
Ładowanie ręczne	153
Ładowanie maszynowe	154
20. Ciągnienie szybami	158
Ciągnienie za pomocą klatek	158
Ciągnienie za pomocą skipów	162
Wieże szybowe i nadszybia	164
Rodzaje wyciągów szybowych	166
21. Powierzchnia kopalniana	169
Budynek nadszybowy	169
Hala maszyn wyciągowych	170
Siłownia kopalniana	170
Lampiarńia	173
Stacja ratownicza	174
Warsztaty kopalniane	174
Znaczkownia (markownia)	176
Szatnia i łaźnia	176
Zarząd kopalni	177
Magazyny kopalniane	177
Place składowe	177
Składy dla urobku	178
Drobna sprzedaż węgla	179
Składy odpadów	179
Dworzec kopalniany	179
22. Przeróbka mechaniczna	181
23. Wydobywanie ropy naftowej i gazu ziemnego	185
Wydobywanie ropy naftowej	186
Sposoby zwiększania wydobywania ropy ze złoża	191
Gospodarka ropna w kopalni	194
Wydobywanie gazu ziemnego	195
Skorowidz	198

PRZEDMOWA

Upaństworzenie w Polsce Demokratycznej kluczowych gałęzi przemysłu stworzyło dla górnictwa nowe drogi rozwojowe. Stworzenie Ministerstwa Górnictwa i Energetyki, organizacja samodzielnych jednostek gospodarczych w postaci centralnych zarządów i zjednoczeń, jednolita organizacja poszczególnych kopalń, stworzenie instytutów naukowo-badawczych, rozbudowa sieci szkolnictwa zawodowego, oto dzieła już dokonane. Uprzemysłowanie Polski Ludowej dzięki zgodnemu wysiłkowi robotnika, technika, inżyniera rośnie z każdym rokiem, pozostawiając daleko w tyle wyniki przedwojenne.

Przed nami leży długofalowy plan sześcioletni, a w nim przeraduje się nowe znaczenie większe osiągnięcia produkcyjne. My górnicy wierzymy w jego wykonanie. Oczywiście będzie on wymagał zwiększonego wysiłku, będzie wymagał rozmożonej działalności wszystkich komórek organizacyjnych, będzie wymagał gruntownych zmian istniejących systemów eksploatacji, będzie wymagał zmechanizowania naszych kopalń, a przede wszystkim uzupełnienia szczupłych 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 tą zrozumiano oddawna 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 opisanego, 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 jego dziedzin. Nie wątpimy, że wydawnictwo to będzie jedną z cegiełek przyspieszenia wykonania planu sześcioletniego, 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 jako wprowadzający podręcznik dla górniczych szkół przemysłowych i niższych szkół średnich i wyższych, przyjęte zaś w nim nazwy wyrobisk, maszyn i czynności górniczych winny być uważane za wzorcowe.

Doc. inż. Bolesław Krupiński

Przewodniczący Rady Naukowej
Głównego Instytutu Palen Naturalnych

OD AUTORÓW

Od dawna odczuwa się brak podręcznika, który by w sposób przystępny i zrozumiały wprowadzał młodych adeptów w całokształt zagadnień wielkiej nauki, zwanej krótko górnictwem. W pierwszych dniach po oswobodzeniu kraju rozpoczęliśmy pracę nad stworzeniem takiego podręcznika, w wyniku czego przy końcu 1945 roku wydaliśmy stustronicowy skrypt odbity na powielaczu. Niestety, ani szata zewnętrzna, ani strona graficzna nie zadawała nam w zupełności.

Inicjatywa Instytutu Węglowego w Katowicach stworzenia zbiorowego wydania „Górnictwa” i konieczność opracowania tomu wprowadzającego pozwoliły na ujęcie tego podręcznika w takich ramach, o jakich myśleliśmy jeszcze w roku 1945. Na podstawie zebranego w latach 1945 — 1949 materiału podręcznik ten został przez nas na nowo opracowany, uzupełniony rysunkami i fotografiami, dzięki czemu uzyskaliśmy książkę o pięknej szacie graficznej, nie tylko przemawiającą obrazowo do przyszłych pracowników górnictwa, lecz także będącą źródłem wiadomości dla każdego, kto pragnie zapoznać się z zakresem tej niezmiernie obszernej nauki.

„Zarys górnictwa” ma za zadanie wprowadzenie czytelnika w całokształt zagadnień, związanych z górnictwem, a więc zaznajomienie go z rodzajem złóż, ich poszukiwaniem, udostępnieniem i przygotowaniem do eksploatacji, zapoznanie z systemami wybierania z wnętrza skorupy ziemskiej, sposobami ładowania, transportowania urobku wielokilometrowymi chodnikami i wyciągania szybami na powierzchnię. Podręcznik ten wyjaśnia, w jaki sposób wyrobiska podziemne są utrzymywane, przewietrzane, odwadniane, oświetlane i po wybraniu złoża likwidowane; w końcu zaś w krótkich słowach stara się wyjaśnić znaczenie i cel różnych urządzeń pomocniczych pod ziemią i na powierzchni kopalni.

Dla uzupełnienia wiadomości z całokształtu górnictwa ostatni rozdział książki jest poświęcony eksploatacji złóż ropy i gazu. Rozdział ten został opracowany przez prof. inż. Jana Cząstkę, za co składamy mu na tym miejscu serdeczne podziękowanie. Również dziękujemy ob. A. Boguszowi za dostarczenie cennych fotografii.

Szczęść Boże!

Katowice, maj 1949

Witold Budryk
Wacław Lesiecki

WSTĘP

Górnictwo w szerszym tego słowa znaczeniu, jak to rozumiano jeszcze przed kilkudziesięciu laty, obejmowało dwie gałęzie techniki — kopalnictwo i hutnictwo. Z biegiem jednak czasu drogi tych dziedzin rozeszły się i dziś pod nazwą górnictwa rozumiemy wyłącznie tylko kopalnictwo, czyli wydobywanie z ziemi dóbr mineralnych.

Górnictwo jest najstarszą dziedziną techniki i datuje się od czasów pojawienia się człowieka na naszym globie. W epoce kamiennej (od roku 650 000 do 2 000 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 roku 1922 kopalnie krzemieni w Krzemionkach Opatowskich, które istniały tam przed 15 000 laty. Wyroby krzemionkowe rozchodziły się wówczas aż po Niemen, Zbrucz, Łabę i Rugię.

Narzędziami, jakimi posługiwano się wówczas przy wykonywaniu szybków i kilkunastumetrowych chodników podziemnych, były tłuki krzemienne, czy kamienie wygodne do uchwytu, kilofy z rogu jelenia lub z krzemienia, motyki z kości i kliny z rogu. Do oświetlenia służyło łuczywo wtykane w szczeliny skalne lub ogniska rozpalone na dole.

W epoce kamiennej znane już były kamieniołomy, kopalnie miedzi (5 500 lat przed Chr.), na terenie Polski wydobywano jantary (bursztyn) (3 000 — 2 000 lat przed Chr.) i sól kamienną. W tym czasie istniały już kopalnie soli między Kołomyją a Kosowem, w Kałuszu i Łańczynie. Są przypuszczenia, że i w okolicach Inowrocławia istniało kopalnictwo soli około 3 000 lat przed Chr.

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 przede wszystkim wydobywano. 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 brązową (2 150 do 1 000 lat przed Chr.). Z okresu tego pochodzą piękne sztylety brązowe ze srebrną i złotą inkrustacją, sygnety, bransolety, diademy itp. Z okresu tego datuje się pierwszy miecz, a więc broń, której dotychczas nie znano oraz brązowe narzędzia górnicze.

W epoce brązowej pojawiają się już szyby, których głębokość dochodzi nawet do 100 metrów, z wykutymi gniazdkami na przeciwległych ścianach. Były to więc stopnie do schodzenia i wychodzenia z kopalni.

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

Żelazo znane już było w epoce brązowej, jednak dopiero około roku 1000 przed Chr. znalazło ono szerokie zastosowanie, rozpoczynając epokę żelazną i związany z nią dalszy wspaniały rozwój górnictwa, gdyż użycie narzędzi żelaznych ulepszyło w ogromnym stopniu wszystkie rodzaje robót górniczych.

Tak więc minęły tysiąclecia, zanim się przekonano, że praca górnika ma szlachetniejszy cel aniżeli wydobywanie złota, srebra i diamentów. Dziś węgiel kamienny, ruda żelazna i ropa naftowa są główną podstawą górnictwa, a więc surowce, z których ludzkość ma największą korzyść. Należy przy tym mieć na uwadze, że wielki przemysł powstaje nie tylko tam, gdzie zachodzi jego potrzeba, lecz gdzie górnictwo dostarcza mu niezbędnych surowców.

Górnictwo, będąc główną podstawą wielkiego przemysłu, przyczynia się w największym stopniu do dobrobytu kraju i to nawet wówczas, gdy samo nie przynosi dużych zysków. Toteż jednym z głównych zadań górnika powinno być oszczędne gospodarowanie zasobami mineralnymi i niedopuszczanie do ich zniszczenia przez dającą większe zyski rabunkową gospodarkę.

W starożytności jeszcze za czasów Greków i Rzymian, zwycięzcy i zamożni uważali tylko siebie za ludzi wolnych i za swój przywilej posiadanie pól z wnętrza ziemi, pracę natomiast ich wydobywania pozostawiali niewolnikom, jeńcom wojennym lub skazanym na 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 gazami 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 wieku zsyłano skazańców na karę do kopalni.

Z biegiem czasu dla zainteresowania górnictwem szerszych warstw społeczeństwa zaczęto nadawać trudniącym się górnictwem różne przywileje. Górnicy tworzyli oddzielne korporacje, powstawały miasta i osady górnicze, 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.

Górnictwo jest zawodem trudnym i niebezpiecznym, wymagającym dużej wiedzy fachowej i doświadczenia, stałej czujności i uwagi. Nic też dziwnego, że na przestrzeni tysięcy lat powstało mnóstwo baśni i legend o skarbniku — duchu kopalń i królu podziemi, o pracowitych karzełkach i gnomach pracujących pilnie w podziemiach i rozporządzających olbrzymimi skarbami.

Baśnie te podają, że skarbnik zjawia się dość często, a szczególnie w nocy, że nieraz widziano jego zielone oczy, że słyszano go schodzącego po drabinach w szybie lub człapiącego po wodzie w chodniku. Spotykano go między organami na filarze, spotykano skaczącego z lampką w rękę

po podkładach torów lub siedzącego na ławie. Chodzi skarbnik z lampką górniczą płonąca dziwnym blaskiem, trzyma ją w jednej ręce, złoty zaś kilof w drugiej. Czasami przybiera on postać sztygara, a czasami postać błędnego ognika lub głodnej białej myszki. Przy spotkaniu się z nim należy schodzić z drogi na prawo. Poznać skarbnika można po tym, że u jednej nogi zamiast stopy ma kopyto.

Siedzibą jego jest obszerna jaskinia w skałach pełna złota i drogich kamieni, oświetlona masą błędnych ogników, z otworów zaś i szczelin skalnych buchają płomienie. Siedzi on na złocistym tronie ubrany w kitle (mundur górniczy) ze złotymi guzami i przepasany skórą górniczą (tylny fartuch skórzany), zapiętą na srebrną sprzączkę. Otacza go gromada gnomów i karzelków z kilofami na ramieniu i błyszczącymi gwiazdkami nad czołem, które świecą jak malutkie lampki górnicze.

Skarbnik karze górników za powątpiewanie w jego istnienie, karze za niewłaściwe zachowywanie się w kopalni, a zwłaszcza za gwizdanie lub śpiewanie na dole. Może to spowodować nieszczęście, jeżeli skarbnik się rozgniewa. Skinieniem ręki powoduje on wtedy tąpnięcia, zawały i zasypanie górników.

Skarbnik nie robi nigdy krzywdy górnikom pracowitym, poczciwym i odważnym, których nie przestrasza ani złowroga czeluść i tajemniczo szumiąca cisza zamarłych z dawna chodników, ani trzaski pękającego stropu i spadające odłamki skał, gdy dążą oni na ratunek towarzyszący zasypanym lub pozostałym w gazach i dymie. Jeżeli górnik słucha głosu sumienia, jeżeli nie bacząc na własne niebezpieczeństwo, spieszy na ratunek towarzyszący, jeżeli przed zjazdem szczerze modli się przed patronką górników świętą Barbarą, wyjdzie z kopalni cały i zdrow.

1. KOPALINY UŻYTECZNE

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 różnych metali, sole, minerały budowlane itd. Niektóre ciała kopalne mamy w postaci ciekłej, jak np. ropa naftowa, solanki i wody mineralne, a nawet w stanie gazowym, jak np. gaz ziemny używany na opał i oświetlenie, dwutlenek węgla i inne.

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, nazywamy skałami płonnymi.

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

Rozwój wydobywania użytecznych ciał kopalnych jest zwłaszcza w ostatnich czasach olbrzymi, czego dowodzi fakt, że o ile na początku bieżącego stulecia światowe wydobycie kopalin użytecznych wynosiło 600 — 700 milionów ton rocznie, to w ostatnich latach przekroczyło ono 2 miliardy ton rocznie, nie licząc materiałów budowlanych. W górnictwie całego świata zatrudnionych jest około 5 milionów ludzi, a wobec tego przeciętnie na jednego człowieka, zatrudnionego w górnictwie, przypada rocznie okragło 400 ton wydobywania różnych kopalin użytecznych.

Dla zorientowania się, które z kopalin użytecznych odgrywają główną rolę w przemyśle górnictwym, przytoczyć można kilka następujących liczb, dotyczących obecnego światowego rocznego wydobycia:

węgiel kamienny i brunatny	1 500 mln ton,
ropa naftowa	250 „ „
rudy żelazne	250 „ „
rudy miedzi	kilkadziesiąt „ „
sól kamienna	32 „ „

Jak z powyższego wynika, w czasie obecnym trzy kopaliny użyteczne odgrywają największą rolę w świecie, a mianowicie węgiel, ropa naftowa i ruda żelazna. Spośród innych rud na pierwsze miejsce wysuwają się rudy miedzi, a następnie aluminium, których wydobycie wynosiło w r. 1940 4 miliony ton. Jest więc ono jeszcze nieduże w stosunku do wydobywania rud żelaznych, niemniej jednak rozwój tego górnictwa idzie w ogromnie szybkim tempie. Wystarczy przytoczyć, że w ciągu ostatnich 50 lat wydobycie rudy aluminium wzrosło 4000 razy. Wydobycie pozostałych minerałów użytecznych, jak to wynika z załączonej tabeli, jest znacznie mniejsze, niemniej jednak kopaliny te odgrywają również bardzo dużą rolę w gospodarce światowej.

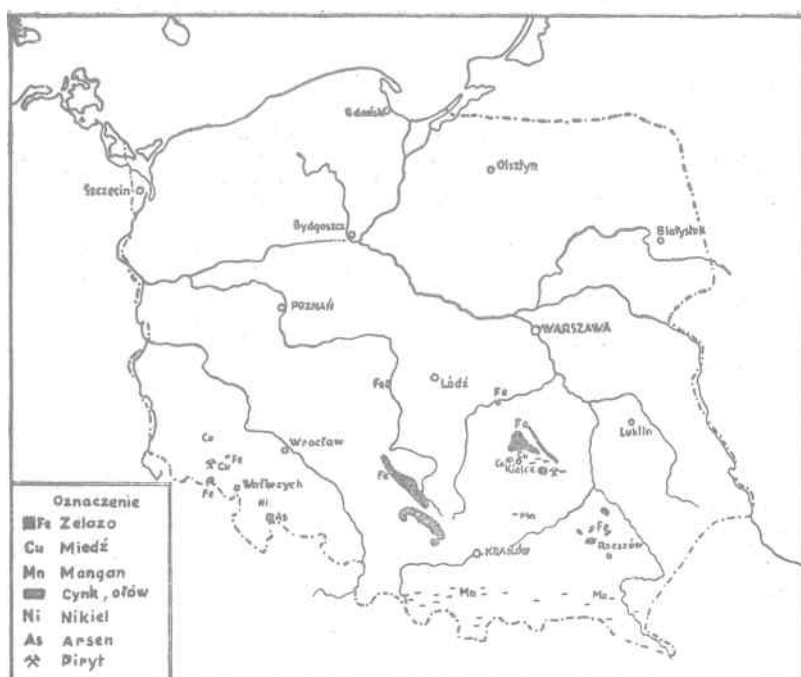
Światowe wydobycie roczne kopalin użytecznych w latach 1936 — 1938

Aluminium (Al) - rudy	4 000 tys. ton	Molibden	35 tys. ton
Antymon (Sb)	32 " "	Monacyt	5,3 " "
Arsen (As) - met	50 " "	Nikiel (Ni) - met	115 " "
Asfalt	590 " "	Ołów (Pb) - met	1 700 " "
Asfaltowe skały	445 " "	Piryt	7 000 " "
Azbest	500 " "	Platyna (Pt) - met	18,5 ton
Baryt	1 000 " "	Rad	167 gramów
Bismut (Bi)	1 " "	Ropa naftowa	270 000 tys. ton
Chrom (Cr) - rudy	1 100 " "	Rtęć (Hg) - met	5 " "
Cyna (Sn) - met	150 " "	Saletra chilijska	1 400 " "
Cynk (Zn) - met	1 900 " "	Siarka (S)	3 000 " "
Cyrkon (Zr) - met	10 " "	Sole potasowe	3 000 " "
Diamenty	11 500 000 karatów	Sól kamienna	32 000 " "
Fluoryt	500 tys. ton	Srebro (Ag) - met	8,5 " "
Fosforyty	11 500 " "	Talk	450 " "
Gaz ziemny	142 miliardów m ³	Tytan (Ti) - rudy	350 " "
Grafit	140 tys. ton	Uran (U) - rudy	1,5 " "
Jod (J)	1,6 " "	Wanad (V) - met	2,8 " "
Kadm (Cd) - met	4,5 " "	Węgiel brunatny	300 000 " "
Kobalt (Co) - rudy	3,8 " "	Węgiel kamienny	1 300 000 " "
Lupki bitumiczne	5 000 " "	Wolfram (W) - rudy	32 " "
Magnezyt	900 " "	Wosk ziemny	0,5 " "
Mangan (Mn) - rudy	5 500 " "	Złoto (Au) - met	1,2 " "
Miedź (Cu) - met	2 100 " "	Żelazo (Fe) - rudy	166 000 " "
Mika	30 " "		

Rozmieszczenie złóż kopalin użytecznych w Polsce współczesnej przedstawione jest na rysunkach od 1 do 6.



Złóża surowców energetycznych
Rys. 1



Złóża rud i kruszców
Rys. 2

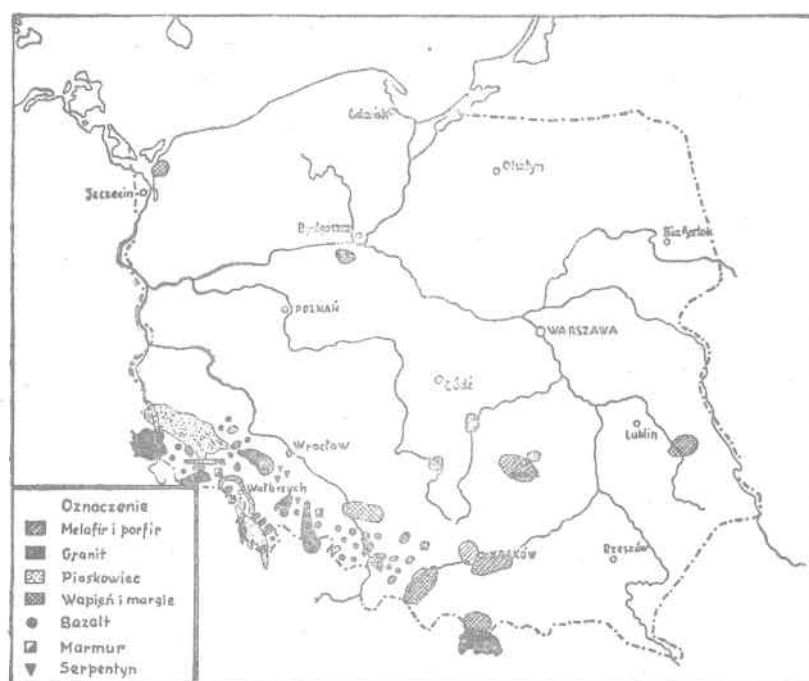


Złóża soli mineralnych
Rys. 3



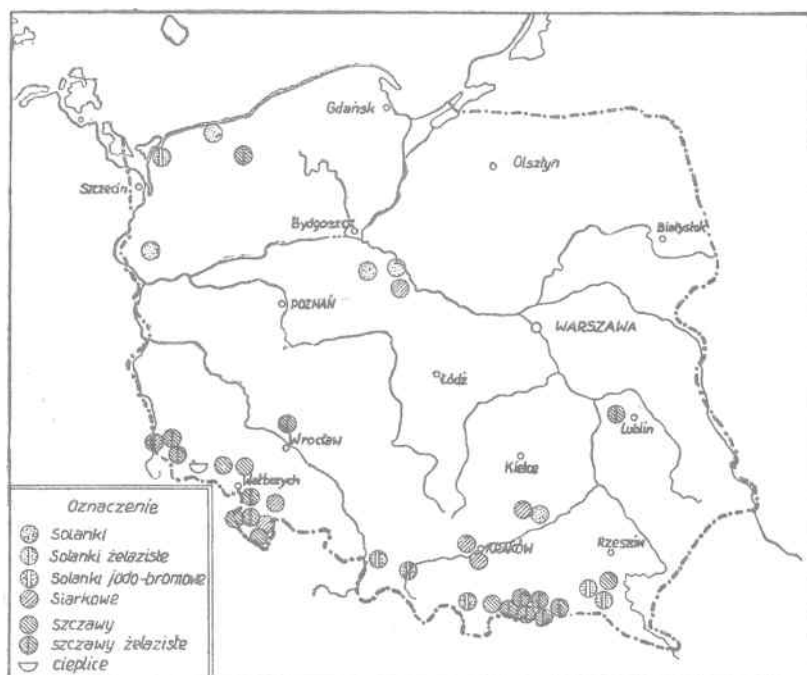
Złóża surowców ceramicznych

Rys. 4



Złóża materiałów kamiennych

Rys. 5



Źródła mineralne i lecznicze
Rys. 6

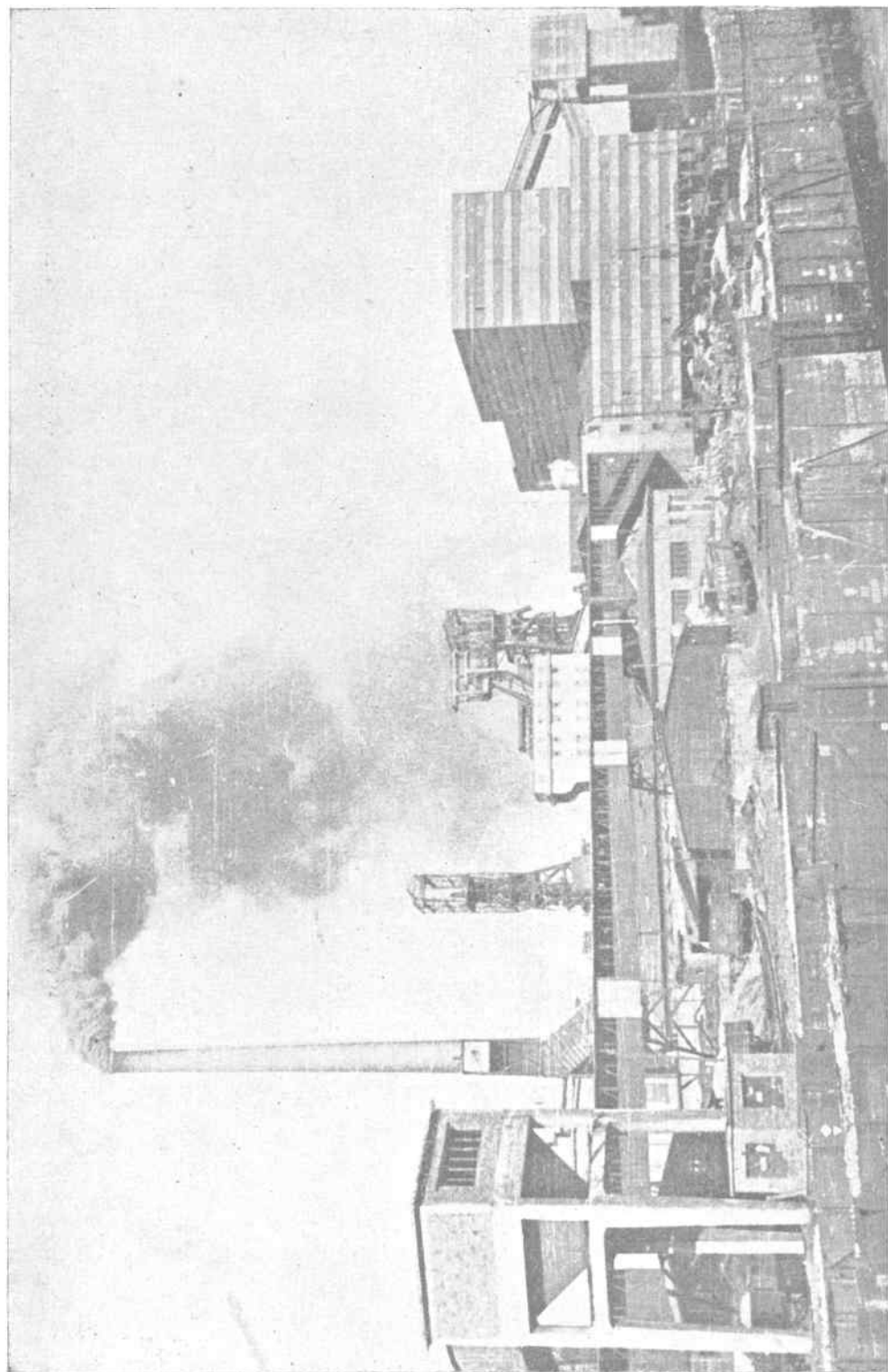
2. GÓRNICTWO W POLSCE

DZIEJE GÓRNICTWA NA ZIEMIACH POLSKICH

W pierwszych wiekach po Chrystusie Słowianie zamieszkujący Europę od granic Azji do Bałtyku, Łaby i morza Adriatyckiego przodowali nad innymi narodami w znajomości sztuki górniczej. Górnictwo jednak słowiańskie zaczęło 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 najbardziej przodujących stanowisk w świecie.

Pierwsze wzmianki historyczne, odnoszące się do górnictwa polskiego, spotykamy już w wieku XII, kiedy to (za Mieczysława III Starego) przestępców za kradzież bydła karano zesłaniem do kopalni i kiedy istniały już najstarsze nasze kopalnie soli w Wieliczce i Bochni. Mamy zupełnie pewne dowody, że kopalnia w Wieliczce istniała znacznie wcześniej aniżeli związana z nią legenda o św. Kindze. Legenda ta głosi, że św. Kinga po zaręczeniu się z Bolesławem Wstydlwym (1228—1279) miała wrzucić do węgierskich żup solnych swoją obrączkę ślubną, którą następnie znaleziono w Wieliczce w pierwszej napotkanej bryle solnej.

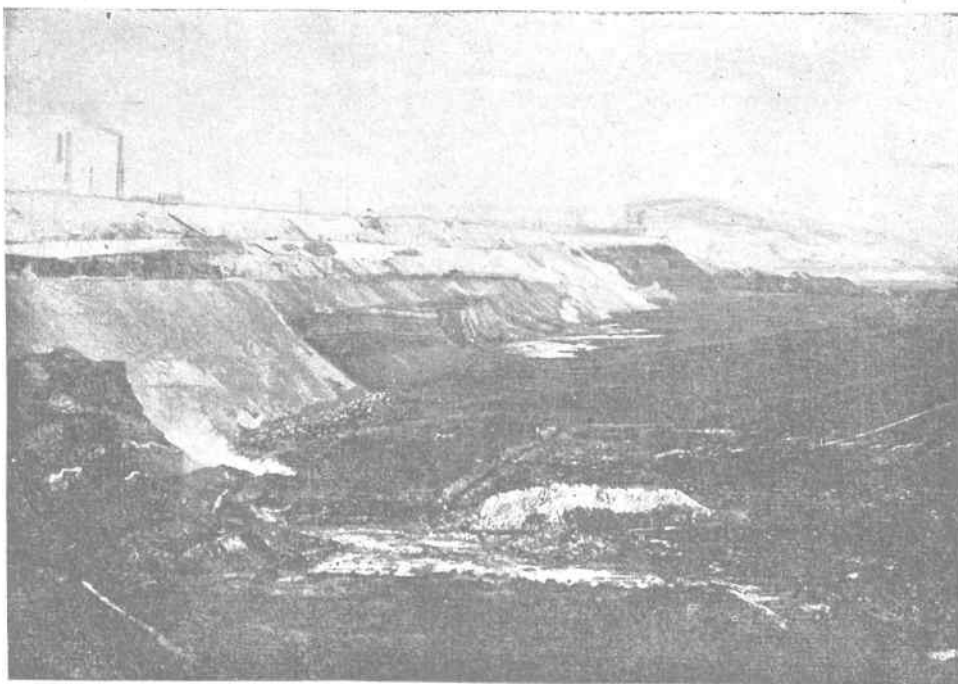
Najstarsze wzmianki historyczne o olkuskich kopalniach srebra i ołowiu spotykamy w wieku XIV, a mianowicie w r. 1374. Kopalnie te w wiekach XV i XVI doszły do wspaniałego rozwoju, zadziwiając to w dużym stopniu przywilejom, nadanym górnikom w celu



Nowoczesna kopalnia węgla kamiennego
Rys. 7

zachęcenia ich do osiedlania się na terenach górniczych, do prowadzenia poszukiwań, wydobywania i topienia kruszców. W tym czasie mieliśmy również kopalnie miedzi pod Kielcami i Chęcunami, a górnicy polscy byli chętnie widziani za granicą, zwłaszcza we Francji, gdzie sztuka górnicza była wówczas na znacznie niższym poziomie aniżeli u nas. W wieku XVI rozpoczęto również eksploatację kruszców ołowiu na Górnym Śląsku oraz złóż siarki w Swoszowicach pod Krakowem.

W połowie wieku XVII, 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 u nas poważniejszego znaczenia przemysłowego. Po unieruchomieniu kopalni miedzi rozpoczęto wydobywanie pod Chęcunami marmurów, skąd m. i. pochodziła postawiona w Warszawie w r. 1643 kolumna Zygmunta III.



Odkrywkowa kopalnia
Rys. 8

Najstarsze wzmianki o górnictwie węglowym na Dolnym Śląsku spotykamy już w r. 1366 za czasów Bolka II, na skalę jednak przemysłową rozpoczęto eksploatację węgla kamiennego w drugiej połowie XVIII wieku, a mianowicie na Dolnym Śląsku w roku 1764, na Górnym Śląsku — w r. 1760, kiedy powstały pierwsze kopalnie w okolicy Rudy i Murcek. Przemysł ten, dzięki ogromnemu bogactwu naszych pokładów węgla, rozwijał się nadzwyczaj pomyślnie i w ostatnich czasach

osiągnął szczyt swojej produkcji, podnosząc nasz kraj do rzędu najbardziej uprzemysłowionych pod względem górnictwem państw świata.

STAN OBECNY PRZEMYSŁU GÓRNICZEGO W POLSCE

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 i niebywałego dotychczas rozwoju wszystkich gałęzi górnictwa polskiego.

Węgiel kamienny zajmuje w górnictwie polskim czołowe miejsce a zasoby jego zajmują trzecie miejsce w Europie (po Anglii i Niemczech) i wynoszą ponad 60 miliardów ton, licząc tylko do głębokości 1000 metrów. Występuje on w Polsce w dwóch zagłębiach węglowych Górnośląskim i Dolnośląskim, na których terenie znajduje się 85 kopalń czynnych, należących do największych w świecie. Na rysunku 7 pokazana jest jedna z nowoczesnych polskich kopalń węgla.

Opracowany w r. 1946 trzyletni plan przewiduje w r. 1949 wydobyć węgla w wysokości 80 milionów ton. Pod względem produkcji węgla ka-



węgla brunatnego

miennego Polska zajmuje piąte miejsce w świecie, po Stanach Zjednoczonych, Związku Radzieckim, Wielkiej Brytanii i Niemczech. Jeżeli jednak uwzględnimy liczbę mieszkańców i przeliczymy wydobyć na głowę ludności, to przekonamy się, że w produkcji węgla Polska zajmuje jedno z najbardziej czołowych miejsc w świecie obok Stanów Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii. Liczba zatrudnionych robotników w polskich kopalniach węgla wynosi przeszło 200 000.

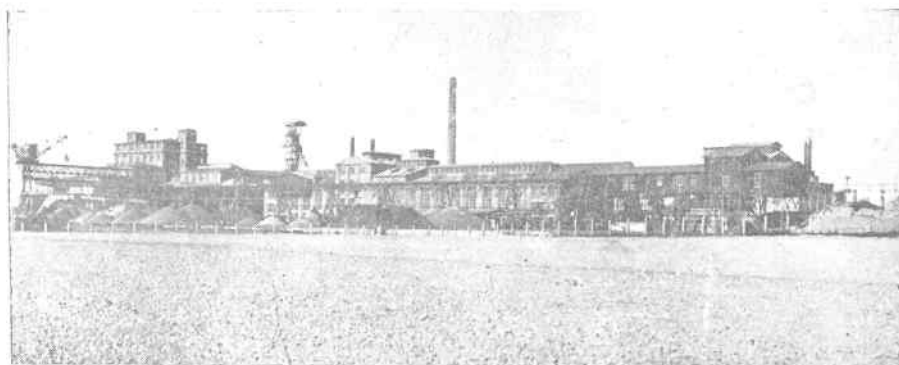
Węgiel brunatny występuje w wielu miejscach naszego kraju, eksploatowany jest jednak głównie na Dolnym Śląsku oraz częściowo w woj. poznańskim (kopalnia Konin). Plan trzyletni przewiduje produkcję węgla brunatnego w r. 1949 w wysokości około 5 milionów ton. Największą naszą kopalnią węgla brunatnego, a jednocześnie jedną z największych kopalń w świecie jest kopalnia Turów nad Nysą Łużycką (rys. 8); dzienne jej wydobywanie wynosi około 15 000 ton.



Kopalnia rudy żelaznej

Rys. 9

Rudy żelazne eksploatowane są głównie na obszarze częstochowskim i kielecko-radomskim. Planowana produkcja na rok 1949 wynosi 1 milion ton. Zasoby naszych rud — w przeciwieństwie do zasobów węgla kamien-

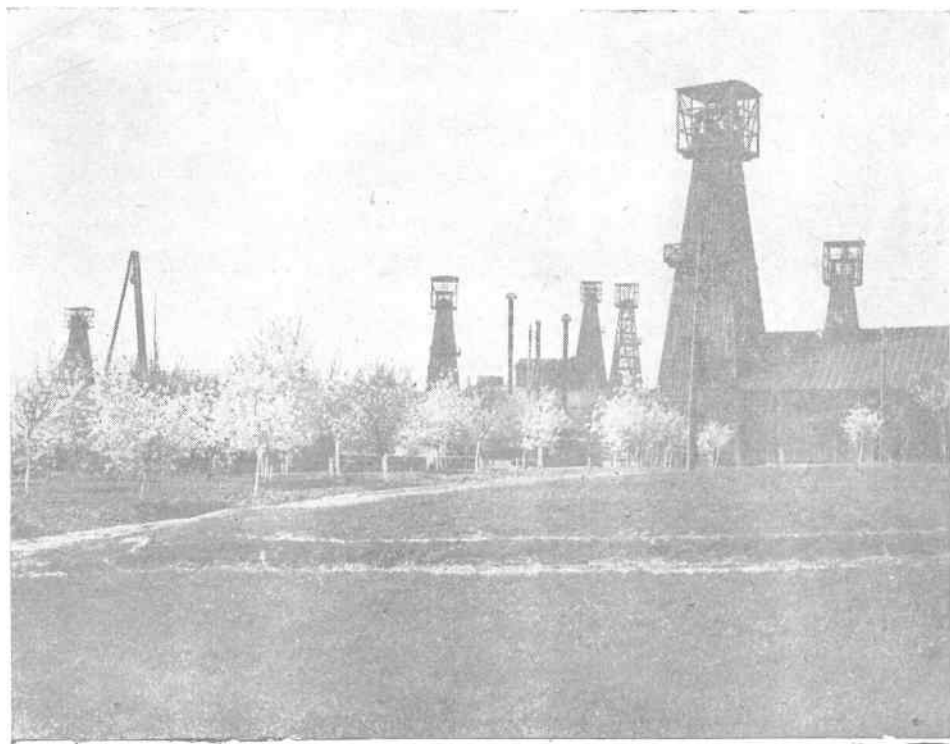


Kopalnia rudy cynkowo-ołowianej

Rys 10

nego — są stosunkowo nieduże (około 150 mln ton); prócz tego rudy polskie należą do kategorii ubogich o średniej zawartości żelaza 30—40%, gdy tymczasem np. ruda szwedzka i południowo-rosyjska zawierają do 66—69% żelaza. Ze względu na płytkie zaleganie naszych rud żelaznych eksploatowane one są za pomocą małych kopalń (rys. 9).

Rudy cynkowo-ołowiane eksploatowane są na obszarze Górnego Śląska oraz Olkusza. Większość produkcji dostarczają kopalnie (rys. 10) należące do najpiękniejszych tego rodzaju kopalń w Europie. Polska jest jednym z poważniejszych producentów cynku w świecie.



Kopalnia ropy naftowej

Rys. 11

W ostatnim czasie przystąpiono do uruchomienia na Dolnym Śląsku kilku dużych kopalń rud miedzi.

Przemysł naftowy rozwija się w Polsce również pomyślnie, przy czym prowadzone są na szeroką skalę poszukiwania za ropą i gazem. Na rys. 11 podajemy jedną z kopalń ropy naftowej.

Od chwili zakończenia wojny widzimy duży rozwój kopalń soli (rys. 12), a to w związku głównie z rozrostem przemysłu chemicznego. Nadto uruchomiono wydobywanie fosforytów, barytu, magnezytu, surowców ceramicznych, arsenu zawierającego złoto (kilkadziesiąt kg rocznie) itd.



Kopalnia soli kamiennej

Rys 12



Kamieniołom granitu

Rys. 13

Czynnych jest wiele pięknie wyposażonych kamieniołomów (rys. 13) granitu, sjenitu, bazaltu, melafiru, porfiru, diabazu, kwarcytu, marmurów, piaskowców, wapieni i dolomitów.

3. ZŁOŻA KOPALIN UŻYTECZNYCH

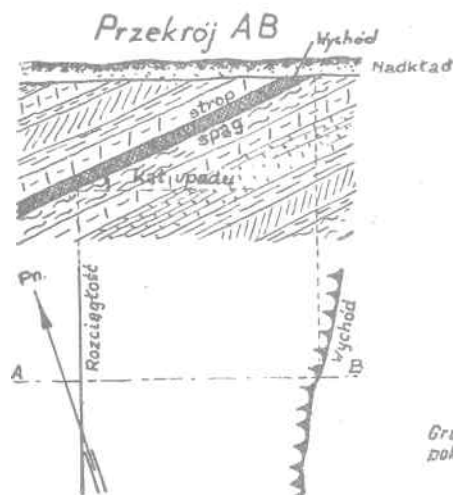
Część skorupy ziemskiej, w której skupiony jest minerał użyteczny, nazywamy złożem kopaliny użytecznej.

Zależnie od kształtu złóż dzielimy je na foremne i nieforemne. Do złóż foremnych zaliczamy pokłady i żyły, do nieforemnych — masywy, składy, gniazda i złoża okrucowe.

Pokładem (rys. 14) nazywamy 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.

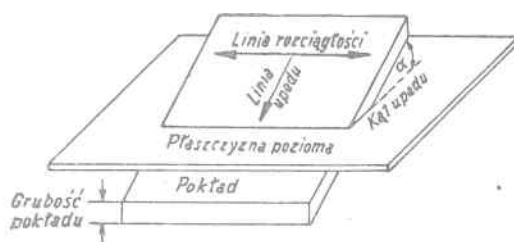
Skałę leżącą bezpośrednio pod danym pokładem nazywamy jego spągami, podkładem lub spodem; skałę zalegającą nad pokładem nazywamy stropem, nadkładem lub piętrzem.

Odległość między spągami i stropem pokładu nazywamy jego grubością. Kąt, pod jakim pokład nachylony jest do poziomu, nazywamy upadem pokładu. Kierunek linii przecięcia się spągu pokładu z płaszczyzną poziomą nazywamy rozciągłością pokładu (rys. 15) lub szerzeniem. Kierunki rozciągłości i upadu pokładu są do siebie prostopadłe.



Pokład węgla

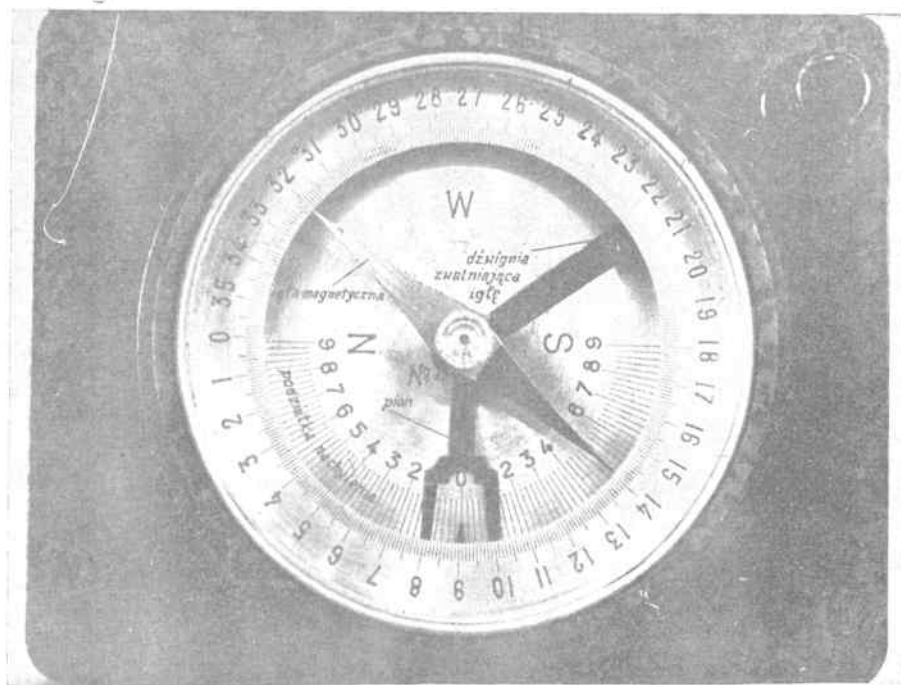
Rys. 14



Rozciągłość i upad pokładu

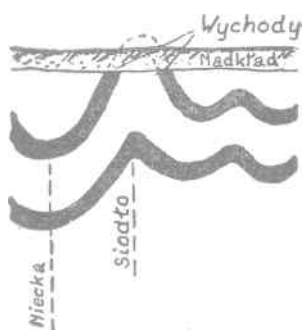
Rys. 15

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 równoległa do dłuższego boku płytki lub pudełka. Przykładając ten bok do poziomej linii rozciągłości pokładu, możemy 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 —



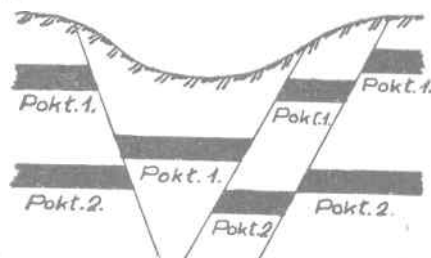
Kompas geologiczny

Rys. 16



Pofałdowanie pokładu

Rys. 17



Uskok
Rys. 18



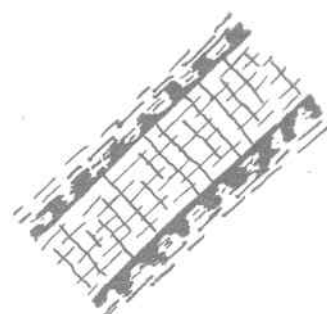
Wyklinienie pokładu

Rys. 19



Uławienie pokładu

Rys. 20



Łupliwość w pokładzie

Rys. 21

na 15 stopni. Stąd kierunki w kopalniach, wyznaczone za pomocą kompasu, nazywane są w gwarze górniczej „godzinami”.

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

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

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

Skała tworząca pokład posiada zwykle budowę *uwarstwioną* czyli *uławiczoną* równoległą do spągu i stropu (rys. 20). W kierunku powierzchni uławiczenia skały posiadają najmniejszą wytrzymałość i najłatwiej się oddzielają. Oprócz tego kierunku istnieją również i inne kierunki małej wytrzymałości; kierunki te nazywamy *kierunkami łupliwości* czyli *kliważu* (rys. 21 i 22). Kierunki łupliwości są bardzo często prostopadłe do kierunków uławiczenia. W kierunkach łupliwości 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. 23) 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 upad. W postaci żył występuje większość rud, jak np. złotonośne rudy kwarcowe, molibdenit itd.

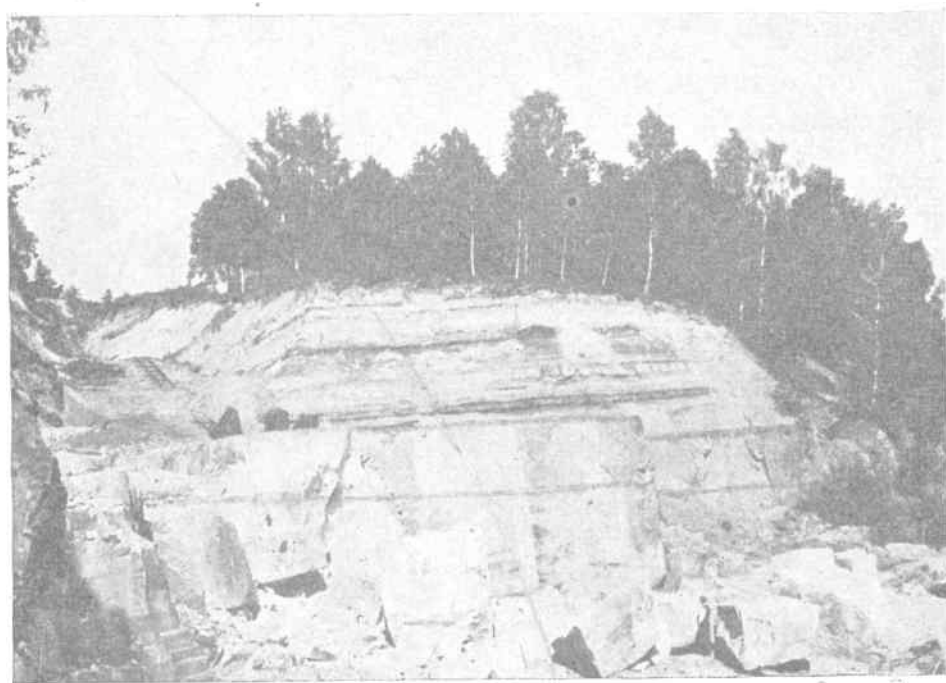
Masywy (rys. 24) są to przeważnie złoża skał głębinowych pochodzenia magmowego jak np. granity, sienity, dioryty itp., zajmujące nieraz ogromne przestrzenie i sięgające zwykle na bardzo dużą głębokość.

Składy (słupy, pnie) i **gniazda** są to rozpadliny skalne lub pieczary, wypełnione masą mineralną. Składy (rys. 25) różnią się od gniazd (rys. 26) tylko znacznie większymi wymiarami, dochodzącymi do kilku lub więcej kilometrów. W postaci składów i gniazd występują złoża soli kamiennej, gipsów, niektórych rud itd.

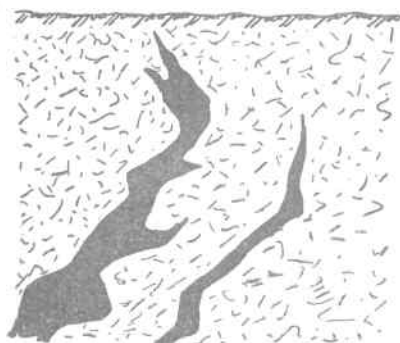
Złoża okruchowe (rys. 27) składają się ze żwiru, piasku, gliny oraz okruchów mineralnych, powstałych skutkiem wietrzenia skał; zajmują one przeważnie doliny rzek i potoków, a należą do nich np. piaski złotonośne, platynonośne i złoża kruszców cyny.

4. ZŁOŻA PRZEMYSŁOWE

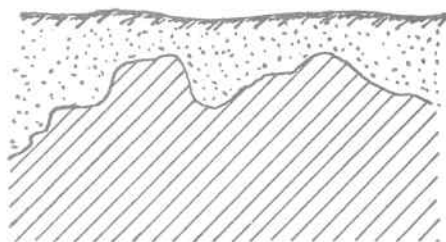
Nie każde złożo nadaje się do eksploatacji górniczej. Znaczenie gospodarcze i wartość przemysłową posiadają tylko takie złoża kopalin uży-



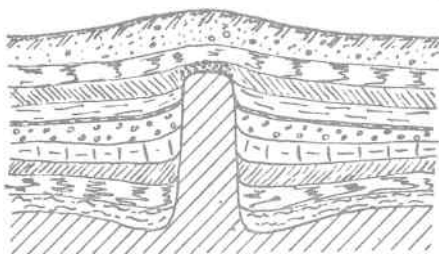
Uławicenie i łupliwość skał
Rys. 22



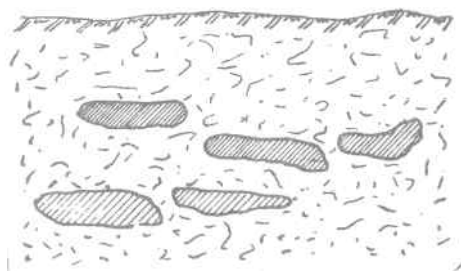
Złoże żylne
Rys. 23



Masyw granitu
Rys. 24



Słup solny
Rys. 25



Gniazda
Rys. 26

tecznych, które mogą być eksploatowane z korzyścią ekonomiczną, tzn. gdy wartość rynkowa wydobytego minerału pokryje wszystkie koszty związane z jego wydobyciem. Złoża takie nazywamy *złożami przemysłowymi*.

Dzięki ciągłemu postępowi nauki i techniki, dzięki różnym wynalazkom eksploatacja złóż staje się z biegiem czasu coraz łatwiejsza, a koszty wydobycia niższe, pomimo wzrostu płac robotniczych. Poza tym ulepszenie sposobów usuwania z minerału użytecznego domieszek skał płonnych przyczynia się do podniesienia jego wartości. Wszystko to powoduje, że złoża, których dawniej nie opłacało się eksploatować, które uważane były za nieprzemysłowe, dziś lub w przyszłości mogą być z korzyścią eksploatowane, a więc 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, mamy już obecnie kopalnie węgla dochodzące do głębokości 1200 m pod powierzchnią ziemi (Zagłębie Ruhry w Niemczech), kopalnie zaś kruszców osiągają już nawet 2500 m głębokości (kopalnie złota w południowej Afryce).

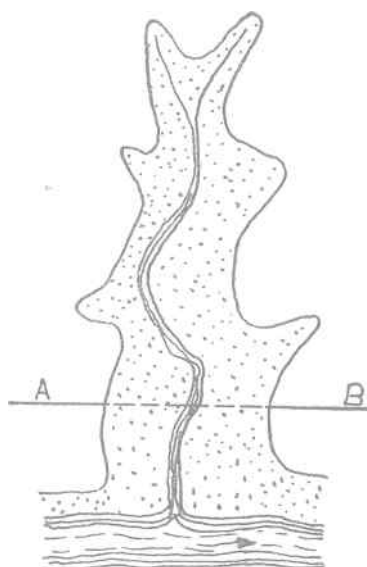
Do złóż, których eksploatacja nastęrcza duże trudności, mogą być zaliczone złoża, znajdujące się pod dnem morskim. Kopalnie angielskie rozpoczęły już eksploatację takich złóż, stosując odpowiednie środki ochronne przeciw wdarciu się wody do kopalni.

Rudy cynkowe 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 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*.

5. POSZUKIWANIE ZŁOŻ

Celem poszukiwań górniczych jest odnalezienie złóż kopalin użytecznych lub też dokładniejsze poznanie i zbadanie złóż już odnalezionych.

Odnalezienie wielu wartościowych złóż było dziełem li tylko szczęśliwego przypadku. Na tle takiego przypadkowego odkrycia złóż solnych



Przekrój A-B



Złoże okruchowe

Rys. 27

w Wieliczce powstała między innymi legenda o królowej Kindze; dziełem przypadku było również odkrycie złóż węgla kamiennego przez pastuszków pasących bydło w okolicach Dąbrowy.

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, gdzieby nie dotarły ekspedycje naukowo-geologiczne, a więc coraz trudniejsze jest przypadkowe odnalezienie nieznanego złoża i coraz większego znaczenia nabierają roboty poszukiwawcze oparte na podstawach naukowych.

Należy nadmienić na tym miejscu, że prowadzenie robót poszukiwawczych jest czynnością bardzo kosztowną, czego dowodem niech będzie fakt, że przed wojną koszty wywiercenia otworu w ziemi o głębokości 1 km dochodziły nawet do 1 miliona złotych w złocie, a wszakże odwiert taki, jeżeli i napotyka złożo, to tylko w jednym jego miejscu, co jest stanowczo nie wystarczające do ustalenia przemysłowej wartości złoża.

Dla zmniejszenia kosztów poszukiwań rozpoczyna się je zwykle robotami najmniej kosztownymi i dopiero w miarę otrzymania pomyslnych wyników przystępuje się do robót bardziej kosztownych. Stosunkowo najmniej kosztownymi robotami poszukiwawczymi są poszukiwania geologiczne, toteż od nich rozpoczyna się z reguły poszukiwanie złóż i dopiero po stwierdzeniu możliwości znalezienia w danej miejscowości złoża przemysłowego przystępuje się do znacznie kosztowniejszych poszukiwań górniczych.

POSZUKIWANIA GEOLOGICZNE

Prace geologiczne wymagają 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.

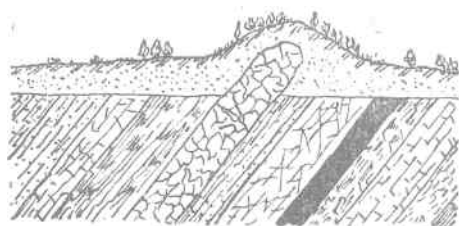
Geolog, zaopatrzony w najprostsze narzędzia dla badań polowych, jak kompas, miotek geologiczny, dmuchawkę itp. prowadzi wstępne prace poszukiwawcze.

Sama już budowa topograficzna miejscowości pozwala wyciągnąć pewne wnioski o możliwości napotkania takiego lub innego złoża. Np. w miejscowościach górzystych łatwiej można się spodziewać żył, zaś złoża okruchowe występują w łóżyskach i dolinach rzek itp.

Znajomość budowy geologicznej miejscowości i ustalenie wieku geologicznego skał dają często możność wnioskowania z góry, jakie minerały użyteczne można w nich napotkać.

W wielu wypadkach szczególne oznaki na powierzchni ziemi pozwalają przypuszczać o istnieniu pewnych złóż. Tak np. obecność grzbietów lub wałów (rys. 28) względnie wgłębień terenu (rys. 29) wskazywać może na występowanie wzdłuż nich skał bardziej

wytrzymałych na procesy wietrzenia lub łatwo ulegających tym procesom; ułatwia to bardzo prowadzenie robót poszukiwawczych. Napotkane w dolinach odłamki skał (rys. 30) wskazywać mogą na istnienie odpowiedniego złoża w wyżej położonych miejscach terenu. Barwne pasy

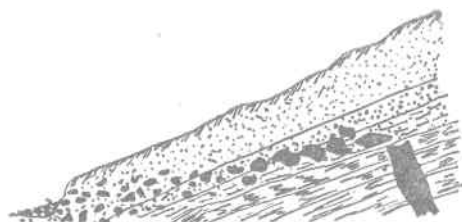


Grzbiet jako oznaka występowania
złoża
Rys. 28

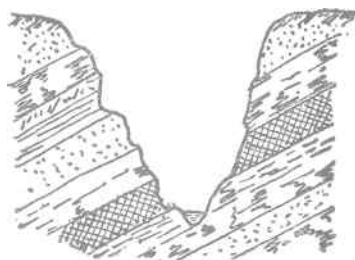


Wgłębienie jako oznaka występowania
złoża
Rys. 29

i naloty na powierzchni ziemi pozwalają niekiedy wnioskować o występowaniu takich lub innych minerałów; np. wychody rud żelaznych zaznaczają się często czerwonym pasem, kruszce ołowiu — żółtym lub czerwonym, kruszce miedzi — błękitnym lub zielonym.



Odłamki jako oznaka występowania złoża
Rys. 30



Naturalne odsłonięcie terenu
Rys. 31

Najbardziej cennych wskazówek dostarczają odsłonięcia (odkrywk) wychodów skał, które mogą być naturalne (rys. 31), np. zbocza rzek i potoków, lub sztuczne, które powstają przy budowie tunelów, dróg i kolei żelaznych, przy kopaniu studni, fundamentów itp.

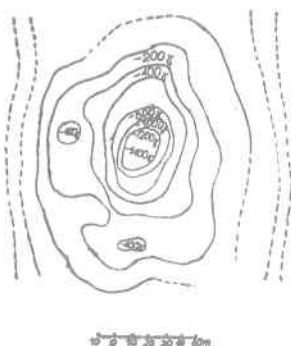
Oprócz tego przy poszukiwaniu zwraca się uwagę na rozmieszczenie źródeł, gdyż regularne ich występowanie może wskazywać na wychód pokładu wodonośnego, nieregularne natomiast — na obecność uskoków i szczelin. Źródła słone wskazywać mogą na złoża soli kamiennej, źródła mineralne — na obecność rud żelaza, 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 pewnego rodzaju roślin wskazywać mogą czasami

na obecność ciał kopalnych. Również pewne bakterie, które żyją w łączności z pewnymi minerałami mogą spełnić rolę przewodnika.

W Polsce roboty geologiczno-poszukiwawcze prowadzone są przez Państwowy Instytut Geologiczny (PIG) w Warszawie.

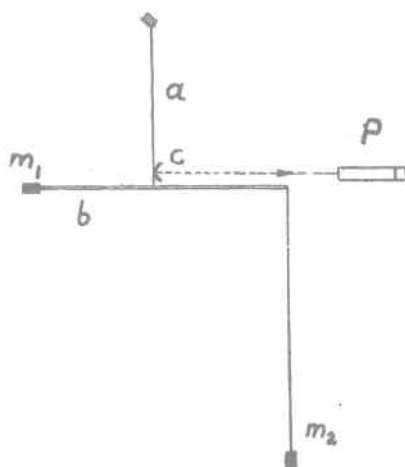
POSZUKIWANIA GEOFIZYCZNE

Już od dawna znani są tzw. różdżkarze, którzy w niewytłumaczony dotychczas sposób, trzymając w rękach rozwidloną gałąź wilkliny, potrafią dość dokładnie wskazać miejsce i określić głębokość występowania wód, a czasami nawet i złóż mineralnych. Takim do pewnego stopnia różdżkarstwem, ale opartym na podstawach naukowych, są rozmaite geofizyczne sposoby poszukiwań, wykorzystujące fizyczne własności skał.



Linie równych odchyśleń
igły magnetycznej

Rys. 32



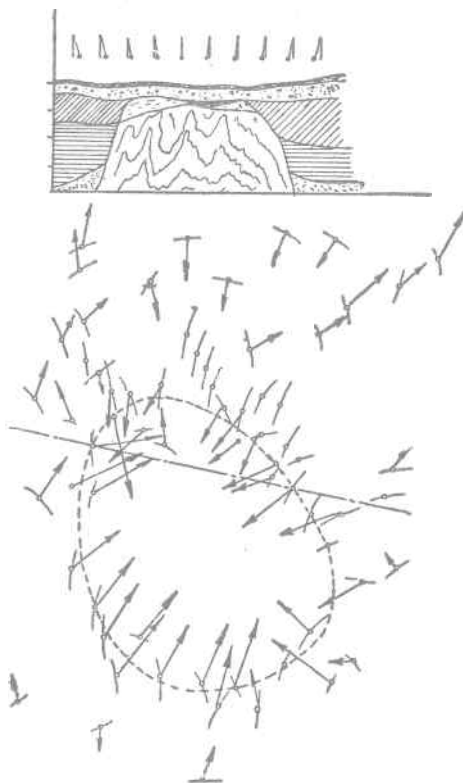
Schemat wagi skręceń

Rys. 33

Sposoby magnetyczne należą do najdawniej znanych sposobów geofizycznych, gdyż stosowano je już w XVIII wieku przy poszukiwaniach rudy żelaznej (magnetytów) w Szwecji. Pierwszymi przyrządami, używanymi do tego celu, były kompasy. W drugiej połowie XIX wieku zastąpione one zostały bardziej dokładnymi magnetometrami, a w roku 1915 wynaleziona została tzw. waga magnetyczna. Przyrządy te pozwalają oznaczyć odchylenia ziemskiego pola magnetycznego, wywołane obecnością niektórych złóż. Przeprowadzając pomiary odchyśleń igły magnetycznej w różnych punktach terenu, możemy wykreślić na mapie linie magnetyczne o równych odchyleniach (rys. 32). Zagęszczenie tych linii w pewnym miejscu wskazuje na obecność skał o dobrej przenikliwości magnetycznej, rozproszenie natomiast linii — na skały o złej przenikliwości. Jako przykład oddziaływania złóż magnetycznych na pewne przyrządy, przytoczyć można zaobserwo-

wany przez lotników fakt zaburzeń igły magnetycznej podczas przelotów nad górami Świętokrzyskimi, co wskazywałoby na obecność w tej okolicy złóż rudy żelaznej.

Sposoby grawimetryczne oparte są na pomiarach w różnych punktach terenu siły ciężkości, która zależy od ciężaru właściwego występujących w danej miejscowości mas skalnych. Pomiarzy mogą być prowadzone np. za pomocą waha dła, którego czas odchylenia zależy od wielkości siły przyciągania. Dokładniejsze wyniki uzyskuje się za pomocą tzw. wagi skręceń (rys. 33). Zasady jej konstrukcji i działania są następujące: Na bardzo cienkiej nitce platynowo-irydowej lub kwarcowej a zawieszona jest leciutka beleczka b wraz z lusterkiem c ; do końców beleczki przymocowane są dwa złote ciężarki m_1 i m_2 po 30 gramów. Gdy zbliżymy wagę skręceń do miejsca występowania złoża podziemnego, cięższego od otaczających skał, ciężarek m_2 będzie więcej przyciągany aniżeli ciężarek m_1 , a to ze względu na mniejszą jego odległość od złoża. Powstanie przy tym pewien obrót beleczki b i odchylenie lusterka c . Odchylenie to może być łatwo odczytane lub sfotografowane za pomocą specjalnego przyrządu P . Otrzymane wyniki przelicza się i nanosi na mapę (rys. 34). Kierunki przyciągania określają z dużą dokładnością miejsce występowania złoża. Sposobem tym odkryte zostało m. i. w ostatnich latach ogromne złożo soli w Kłodawie.



Pomiar grawimetryczny
słupa solnego

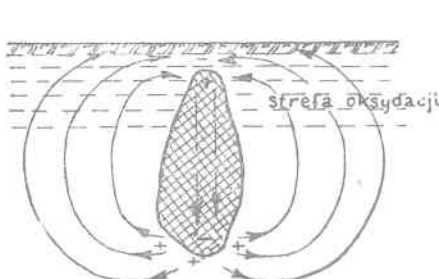
Rys. 34

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

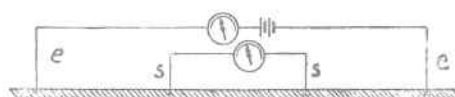
Wykorzystanie naturalnego pola sił (rys. 35) polega na mierzeniu bardzo słabych prądów elektrycznych, powstających w złożu pomiędzy górnymi i dolnymi jego partiami na skutek chemicznych procesów wietrzenia, zachodzących w górnych partiach. Sposób ten po raz pierwszy był zastosowany w USA w roku 1870.

Od ostatnich lat XIX stulecia zaczęto stosować prawie wyłącznie elektryczne sposoby, w których wykorzystuje się dodatkowe źródło energii elektrycznej. W tym celu (rys. 36) umieszcza się w terenie dwie elektrody e i przepuszcza się przez nie prąd elektryczny. Mierzac spadki napięć między dwiema przenośnymi sondami s , znajdujemy przebieg linii elektrycznych na badanym terenie. Skąły dobrze przewodzące elektryczność skupiają te linie (rys. 37), źle przewodzące — rozpraszają (rys. 38). Zamiast pomiarów napięć można mierzyć również opory skał i przez porównanie ze znanymi oporami wyciągnąć wnioski, z jakimi skałami mamy do czynienia.

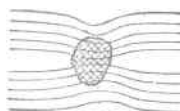
Sposób radiowy był po raz pierwszy zastosowany w USA po pierwszej wojnie światowej. Polega on na tym, że na badanym terenie



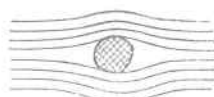
Przepływ naturalnego prądu elektrycznego
w złożu
Rys. 35



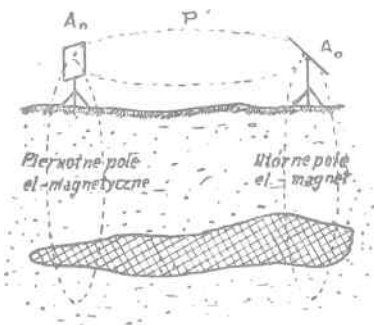
Pomiar elektryczny
Rys. 36



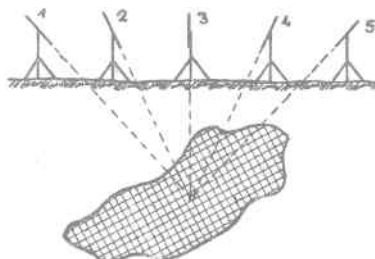
OdhYLENIE LINII
elektrycznych
przez dobrze prze-
wodzące złoże
Rys. 37



OdhYLENIE LINII
elektrycznych
przez źle prze-
wodzące złoże
Rys. 38



Zasada sposobu radiowego
Rys. 39

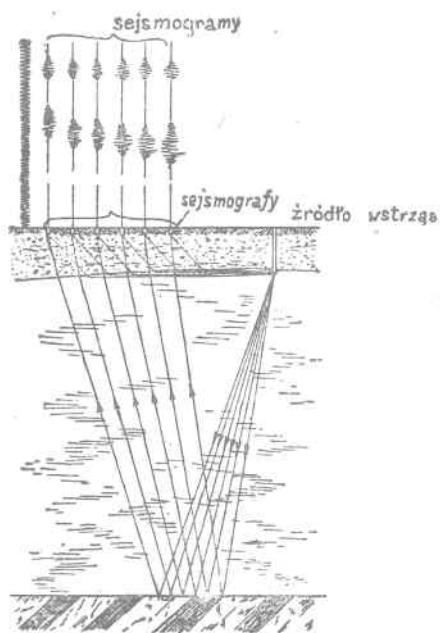


Pomiar sposobem radiowym
Rys. 40

ustawia się nadawczą antenę ramową*) A_n (rys. 39), wysyłającą fale elektromagnetyczne. Badając zmiany pola elektromagnetycznego za pomocą anten odbiorczych A_o , możemy stwierdzić wszelkie zaburzenia, jakie w tym polu powstają. Operując odbiornikiem w różnych punktach (1—5) złoża i stosując różne nachylenia anteny odbiorczej, możemy dość dokładnie określić nie tylko granice zalegania złoża, lecz i w przybliżeniu jego głębokość (rys. 40).

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

Sposoby sejsmiczne powstały podczas pierwszej wojny światowej przy badaniu rozchodzenia się wstrząsów ziemi, wywołanych strzałami artyleryjskimi. Sposoby te



Pomiar sposobem sejsmicznym

Rys. 41

polegają na obserwacji drgań, wywołanych detonacją materiału wybuchowego. Drgania te rozchodzą się w skałach promieniowo we wszystkich kierunkach. Przechodząc przez poszczególne skały, ulegają 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 przeprowadza się za pomocą sejsmografów, ustawianych w różnych odległościach od źródła wstrząsu (rys. 41).

POSZUKIWANIA GÓRNICZE

Sposoby geologiczne i geofizyczne pozwalają stwierdzić obecność złoża i w pewnym tylko przybliżeniu jego użyteczność przemysłową. Dla dokładniejszego określenia kształ-

tu, wymiarów złoża oraz jego jakości, a tym samym i jego wartości przemysłowej, konieczne jest wykonanie pewnych poszukiwawczych robót górniczych. Robotami tymi są rowy, szybiki i sztolnie poszukiwawcze oraz otwory wiertnicze. Roboty te są na ogół kosztowne, toteż należy prowadzić je według pewnego planu. Mianowicie jeżeli np. mamy wychodnię 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. 42) o głębokości do 4 metrów i szerokości do 1 m stosuje się przy małej grubości nadkładu i stromym upadzie pokładów, gdyż 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.



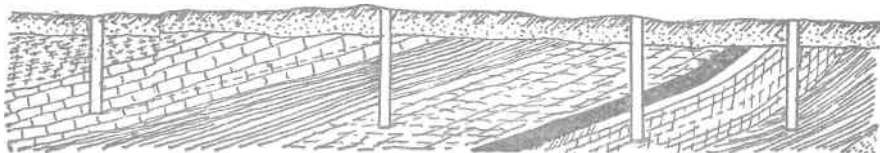
Rów poszukiwawczy

Rys. 42

Szybiki poszukiwawcze są to pionowe (rzadziej pochyle) wyrobiska górnicze, zwykle prostokątne (ze względu na obudowę drzewną), o prze-

kroju $0,7 \times 1,5$ m i głębokości do 25 m. W skałach bardzo wytrzymałych nadaje się im kształt okrągły o średnicy około 1 metra i pozostawia bez obudowy.

Odległość między szybikami powinna być taka, ażeby każdy następny szybik (rys. 43) napotkał w swej górnej części pokład, w którym zatrzymane zostało zgłębianie szybika poprzedniego.

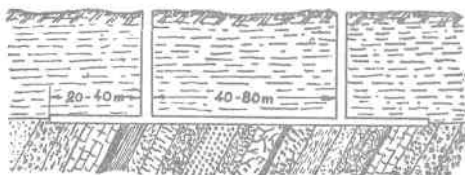


Szybiki poszukiwawcze

Rys. 43

Ilość szybików przy tej samej ich głębokości będzie tym mniejsza, im większa jest ich odległość, a więc im mniejszy jest kąt upadku pokładów oraz im mniejsza jest grubość nadkładu. Dlatego też szybiki nadają się

najlepiej do poszukiwań przy łagodnym upadzie pokładów i małej grubości nadkładu.

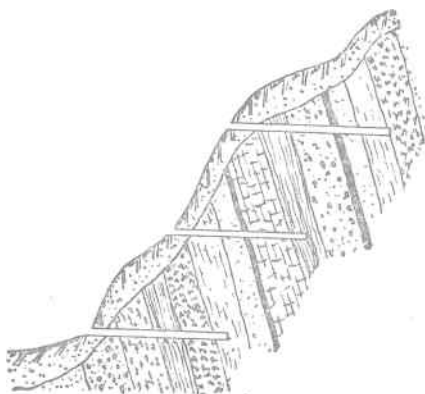


Szybiki i przecznice poszukiwawcze

Rys. 44

Przy większych grubościach nadkładu i przy stromych pokładach korzystniej jest stosować szybiki z przecznicami, tzn. poziomymi chodnikami pędzonymi w poprzek uławienia skał (rys. 44).

Sztolnie poszukiwawcze (rys. 45) są to chodniki poziome, posiadające jedno połączenie z powierzchnią; w odróżnieniu od nich chodniki posiadające dwa połączenia z powierzchnią noszą nazwę tuneli (rys. 46). Sztolnie poszukiwawcze stosuje się w okolicach górzystych lub pagórkowatych przy stromym upadzie pokładów.



Sztolnie poszukiwawcze

Rys. 45



Tunel

Rys. 46

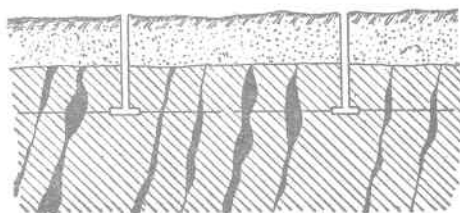
Płytkie wiercenia otworów poszukiwawczych o średnicy 50 — 70 mm i głębokości do 50 metrów nadają się do poszukiwań najlepiej przy większej grubości nadkładu, kiedy szybiki wypadają zbyt drogo, i przy małym upadzie pokładu.

Otwory poszukiwawcze dają na ogół wyniki mniej pewne aniżeli szybiki, przecznice i sztolnie poszukiwawcze, są jednak znacznie tańsze od tych ostatnich.

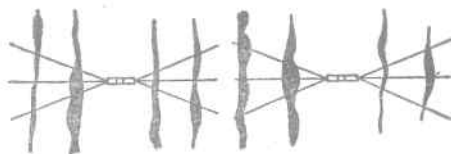
Otwory wiertnicze wierce się najczęściej z powierzchni ziemi w kierunku pionowym (rys. 47), niemniej jednak stosowane są również otwory pochyłe (rys. 48) i poziome (rys. 49).



Otwory poszukiwawcze pionowe
Rys. 47



Otwory poszukiwawcze pochyłe
Rys. 48



Otwory poszukiwawcze poziome
Rys. 49

Głębokie wiercenia należą do robót bardzo kosztownych, toteż stosowane są tylko wtedy, gdy poszukiwania innymi sposobami nie prowadzą do celu, jak to jest np. przy poziomym zaleganiu złoża na dużej głębokości. Poza tym głębokie wiercenia stosuje się wtedy, gdy znane są górne partie pokładów lub żył i chodzi o dokładniejsze zbadanie głębszych części złoża.

Nadmienić tu należy, że koszty wiercenia otworów wzrastają nieproporcjonalnie szybko wraz ze wzrostem głębokości. Tak np. przed wojną koszty płytkich wierceń wynosiły kilkanaście złotych za 1 metr bieżący, koszty zaś wierceń głębokich (do 1000 m) dochodziły nawet do 1000 zł za 1 mb.

6. WYKONYWANIE OTWORÓW WIERTNICZYCH

Otwory wiertnicze wykonywane są zarówno przy robotach poszukiwawczych, jak i dla eksploatacji złóż ropy naftowej, gazu ziemnego, soli i t.p. Oprócz tego wykonuje się je również dla robót pomocniczych przy zgłębianiu szybów metodą zamrażania lub cementowania, dla doprowadzenia do kopalni podsadzki płynnej (mieszanina piasku z wodą) i t.p.

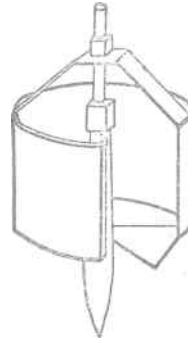
WIERCENIA OKRĘTNE

Przy wierceniu otworów płytkich w skałach sypkich (piasek, żwir) lub miękkich (gliny) stosowane jest wiercenie okrętne, przy którym świder wgłębia się w skałę ruchem śrubowym na podobieństwo korkociąga.

Zależnie od rodzaju skał używane są przy wierceniu okrętym roz-



Świder talerzowy
Rys. 50

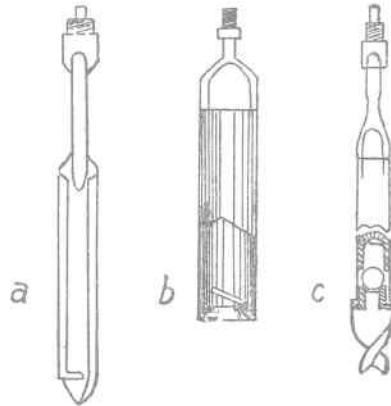


Świder skrzynkowy
Rys. 51

maite świdry. Tak np. przy skałach sypkich lub słabo zwięzłych (piaski gliniaste) używa się świdrów talerzowych (rys. 50) lub skrzynkowych (rys. 51), przy skałach miękkich — świdrów

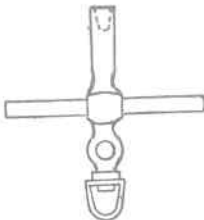


Świder spiralny
Rys. 52



Świdry łyżkowe
Rys. 53

spiralnych (rys. 52) lub łyżkowych (rys. 53a), przy skałach ciętkłych (kurzawki) — łyżkowo-czerpakowych (rys. 53b i 53c).



Głowica
Rys. 54

Do wydłużenia przyrządu wierniczego służą zerdzie. Wprowadzenia świdrów w ruch obrotowy dokonuje się za pomocą drążków, włożonych w otwory głowicy (rys. 54). Wyciąganie lub zapuszczanie przyrządu wierniczego odbywa się zwykle ręcznie; przy większych głębokościach używane są trójnogi.

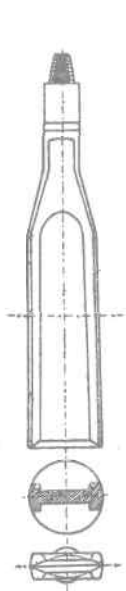
W skałach o większej twardości, a zwłaszcza przy otworach głębszych stosuje się wiercenie sposobem uderowym lub obrotowym.

WIERCENIA UDAROWE

Wiercenia udarowe prowadzone są dwoma sposobami, a mianowicie sposobem kanadyjskim (przy użyciu żerdzi wiertniczych) lub też sposobem pensylwańskim (przy użyciu liny).

Przyrząd wiertniczy przy wierceniu udarowym składa się z dłuta, obciążnika, nożyc i łącznika z przewodem wiertniczym.

Zasadniczą częścią roboczą przy wierceniu udarowym jest dłuto, którego zadaniem jest kruszenie skały za pomocą uderzeń. Po każdym uderzeniu dłuto powinno być obrócone o pewien kąt. Przy wierceniu żerdziowym wykonuje to pomocnik wiertacza, który trzymając za drążek (kałamutek) wyczuwa rodzaj przewiercanej skały. Przy wierceniu linowym każdorazowe uderzenie dłuta w coraz to inne miejsce dna otworu następuje wskutek skręcania się i rozkręcania liny: sposób ten nie daje jednak wiertaczowi możliwości dokładnej kontroli charakteru przewiercanych skał. Kształt dłuta jest inny przy wierceniu żerdziowym (rys. 55 i 56), inny zaś przy linowym (rys. 57 i 58).



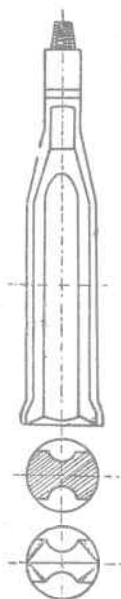
Dłuto proste
do wiercenia
żerdziowego

Rys. 55



Dłuto ekscentryczne
do wiercenia
żerdziowego

Rys. 56



Dłuto proste
do wiercenia
linowego

Rys. 57

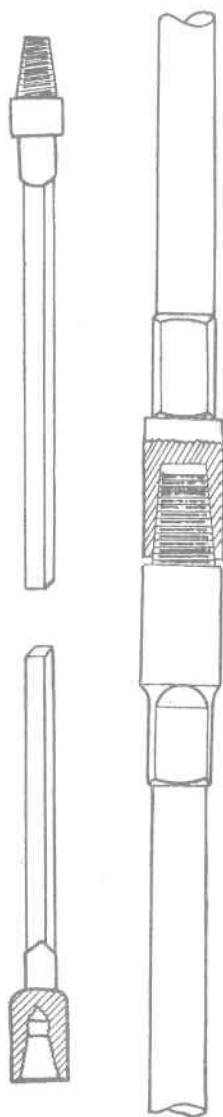


Dłuto ekscentryczne
do wiercenia
linowego

Rys. 58

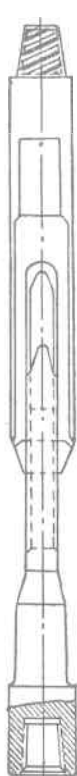
Przewód wiertniczy przy wierceniu kanadyjskim składa się ze skręcanych ze sobą poszczególnych żerdzi o długości 5 — 12 m (rys. 59). Zarówno skręcanie żerdzi ze sobą przy zapuszczaniu przewodu, jak i rozkręcanie ich przy wyciąganiu powoduje dużą stratę czasu. Pod tym względem wiercenie linowe jest korzystniejsze, gdyż umożliwia szybsze zapuszczanie i wyciąganie przewodu wiertniczego.

Celem złagodzenia wstrząsów całego przewodu przy wierceniu żerdziowym i uniknięcia łamania połączeń gwintowych w chwili uderzania dłuta o skałę dłuto nie jest połączone bezpośrednio z przewodem, lecz za pośrednictwem nożyc (rys. 60). Aby natomiast dłutu nadać odpowiedni ciężar pomiędzy nim a nożycami umocowuje się obciążnik (rys. 61), tj. ciężką grubą żerdź. Dla połączenia przyrządu wiertniczego z przewodem przy wierceniu linowym służy pasterka (rys. 62).



Żerdzie i ich łączenie

Rys. 59



Nożyce

Rys. 60



Obciążnik

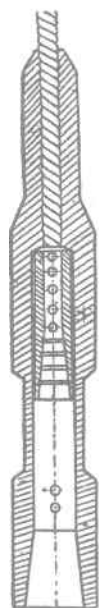
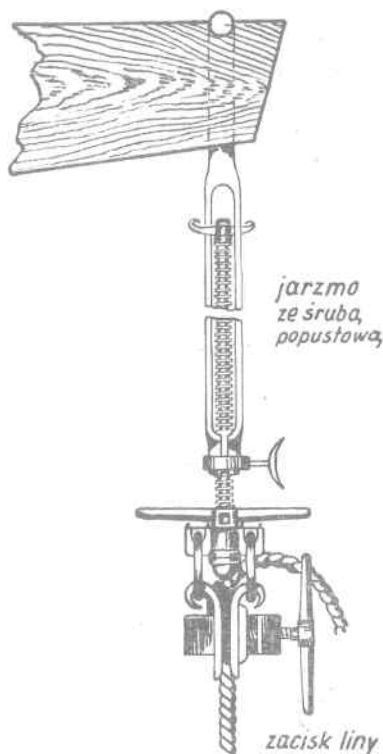
Rys. 61

Do zapuszczania i wyciągania żerdzi z otworu służy uchwyt zwany okrętką czyli werblem (rys. 63). Przedłużenia przewodu wiertniczego podczas wiercenia dokonuje się za pomocą śruby popustowej (rys. 64) lub łańcucha nawiniętego na walek osadzony na wahaczu.

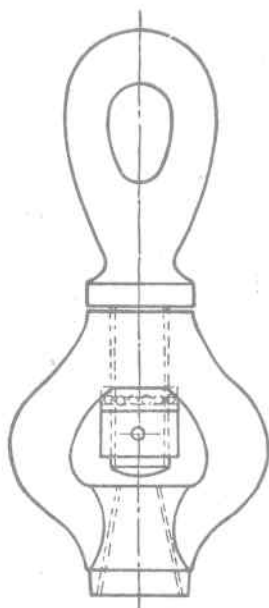
Przy mniejszych głębokościach otworów ustawia się nad nimi trójnogi (rys. 65); przy głębokościach dużych — ze względu na potrzebę

podnoszenia większych ciężarów — buduje się wieże wiertnicze (rys. 66) z mocnych belek i desek lub kształtówek żelaznych. Wysokość wież wiertniczych waha się w granicach 17—40 m; służą one do zawieszania krążków *R*, przez które przechodzą liny, niezbędne do zapuszczania i wyciągania przewodu, łyżki, rur itd. Do wykonania wszystkich tych czynności służy urządzenie z zespołem bębnow i tarcz, zwane żurawiem wiertniczym.

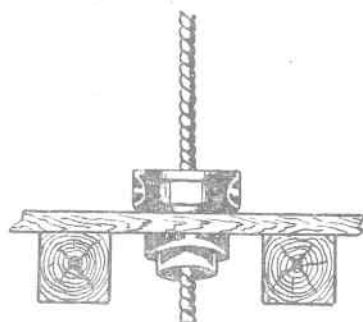
Wprowadzenie w ruch przewodu wiertniczego (żerdziowego lub linoowego) odbywa się za pomocą wahacza (*W* — rys. 66), tj. dwuramiennej dźwigni, poruszanej ręcznie lub za pomocą silnika. Jedno ramię wahacza połączone jest z przewodem *P*, drugie z korbą *K*, która przewodowi nadaje ruch wahadłowy, do góry i na dół. Korba osadzona na wale głównym otrzymuje ruch od silnika za pośrednictwem głównej tarczy pasowej.



Pasterka
Rys. 62



Okrętka (werbel)
Rys. 63



Śruba popustowa
Rys. 64

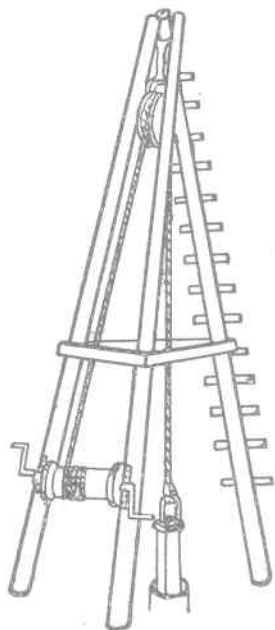
Przy wierceniu otworów w skałach mniejszej twardości stosowane bywa wiercenie szybkoudarowe cechujące się dużą ilością uderzeń na minutę (80 — 120) i małą wysokością skoku.

Przy stromych upadach skał zachodzi niebezpieczeństwo skrzywienia otworów. Aby temu zapobiec lub wyrównać już skrzywiony otwór stosuje

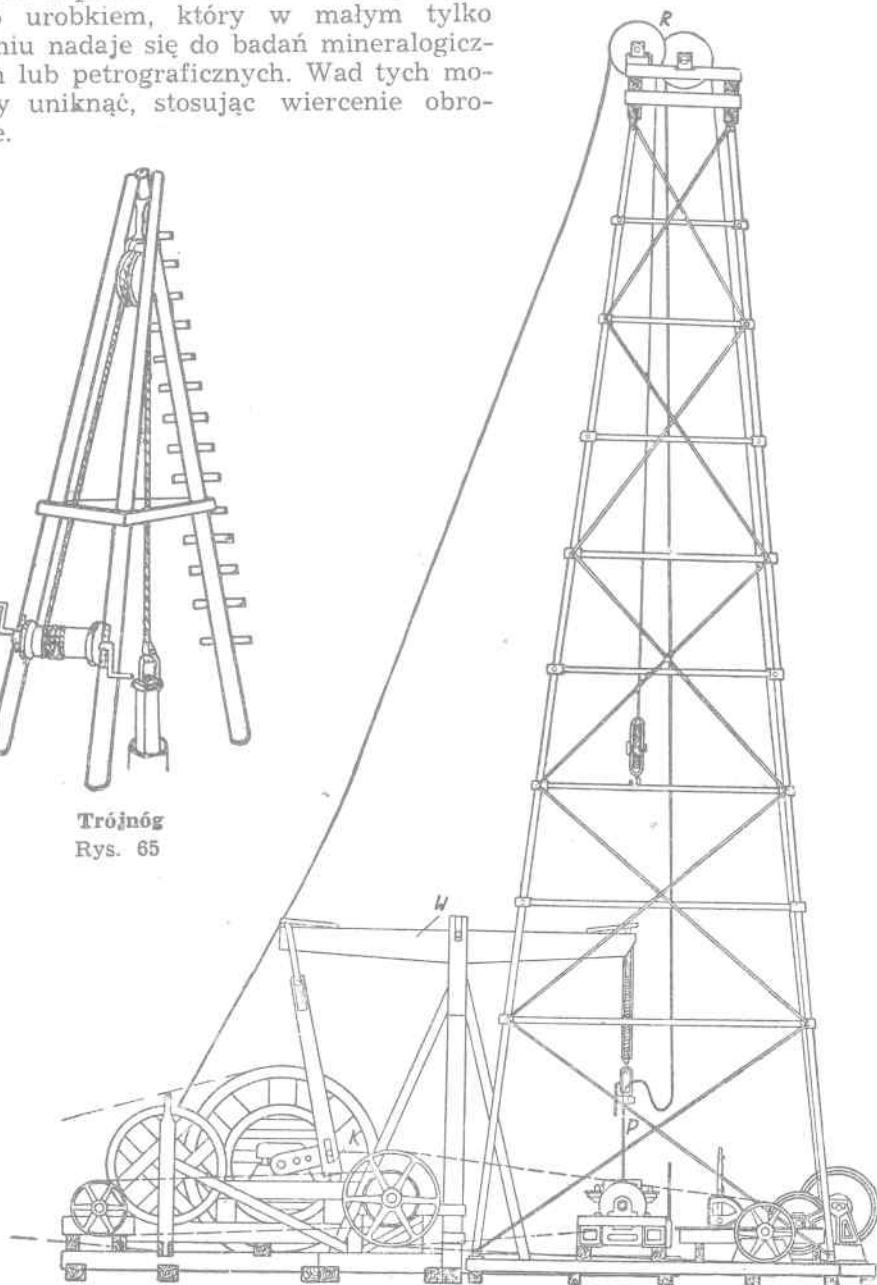
się specjalny uderowy sposób wiercenia kulami (rys. 67), przy którym wyspuje się do otworu kule stalowe i pobija się je stęporem.

WIERCENIE OBROTOWE

Ujemnymi stronami wiercenia uderowego są: nieproduktywne zużycie dużej ilości energii na poruszanie przewodu oraz otrzymywanie z otworu próbek w postaci mialu wiertniczego zwanego urobkiem, który w małym tylko stopniu nadaje się do badań mineralogicznych lub petrograficznych. Wad tych możemy uniknąć, stosując wiercenie obrotowe.



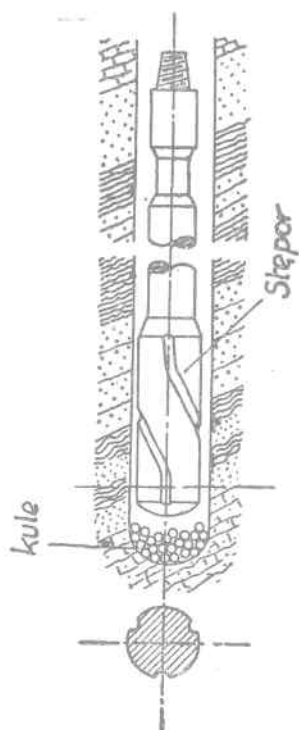
Trójnóg
Rys. 65



Wieża i żuraw wiertniczy
Rys. 66

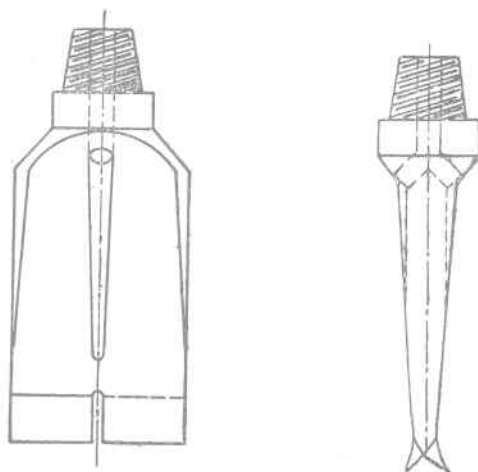
Wiercenie to wykonuje się za pomocą świdra lub koronki, które spoczywając stale na dnie otworu, skrawają lub ścierają skałę przez obrót. Skrawanie lub ścieranie skały może się przy tym odbywać albo na całym przekroju otworu (wiercenie pełnotworowe), albo też tylko na jego obwodzie (wiercenie rdzeniowe).

Przy wierceniu pełnotworowym w wypadku skał miękkich stosowane są świdry w kształcie rybiego ogona (rys. 68); w wypadku skał twardych ostrza świdra muszą być wykonane ze specjalnie twardych materiałów (np. spiek widia, stellit, stoodit, stalinit itd.). Do skał twardych oprócz tego używa się świdrów gryzakowych (rys. 69).



Wiercenie udarowe kulami

Rys. 67

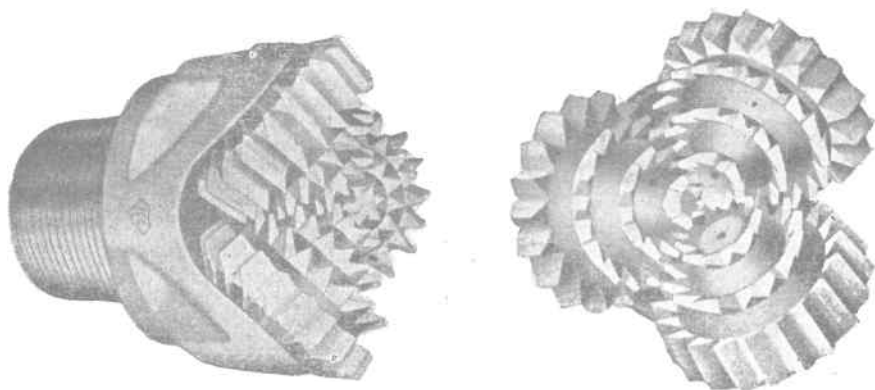


Świder „Rybi ogon“

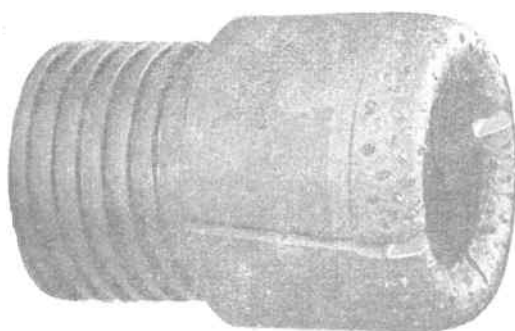
Rys. 68

Wiercenia rdzeniowe prowadzone są za pomocą grubościennych rur stalowych, na których dolnym końcu znajduje się koronka. Przy zastosowaniu takich urządzeń wiertniczych ścierany jest tylko pierścień skały, na którym spoczywa koronka, natomiast środek skały pozostaje wewnątrz rury nietknięty, tworząc rdzeń. Istnieją różne sposoby chwytania, urywania i wynoszenia rdzenia na powierzchnię. Stanowi on próbkę skały w doskonałej postaci, jakiej nie mogą dać żadne inne sposoby wiercenia.

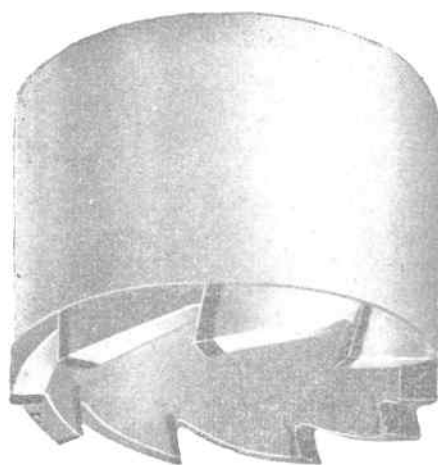
Koronki rdzeniowe do skał miękkich wykonuje się w postaci uzębionej (rys. 71a) do skał twardych używa się koronek diamentowych (rys. 70), na których obwodzie osadzonych jest kilkadziesiąt nieszlachetnych diamentów; ostatnio zamiast diamentów używa się częściej koronek ze sztucznymi spiekami (rys. 71b). Stosowane są również koronki śrutowe (rys. 72), przy których do otworu wysypuje się śruciny stalowe o średnicy 1 — 5 mm. Śruciny te przyciskane ciężarem przyrządu, znajdującego się w ruchu obrotowym, żłobią w skałę otwór w kształcie pierścienia.



Świder gryzakowy
Rys. 69



Koronka diamentowa
Rys. 70



a
Koronka użębiona



b
Koronka ze spiekami

Rys. 71

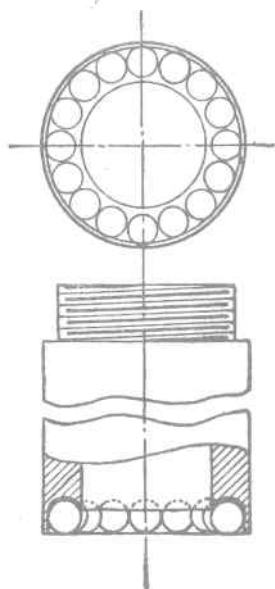
Wiercenie obrotowe wymaga doprowadzenia do dna otworu wody płuczkowej, która wynosi na powierzchnię szlam wiertniczy. Celem doprowadzenia tej wody stosuje się żerdzie rurowe (rys. 73). Zakończenie przewodu u góry stanowi w tym wypadku okrętka albo głowica płuczkowa (rys. 74).

Do wprowadzenia w ruch obrotowy przewodu wiertniczego służy stół rotacyjny (rys. 75), w który wchodzi górna część przewodu rurowego o przekroju kwadratowym czyli tzw. graniatka (cały przewód ma przekrój okrągły). Graniatka umożliwia popuszczanie przewodu w miarę wiercenia otworu.

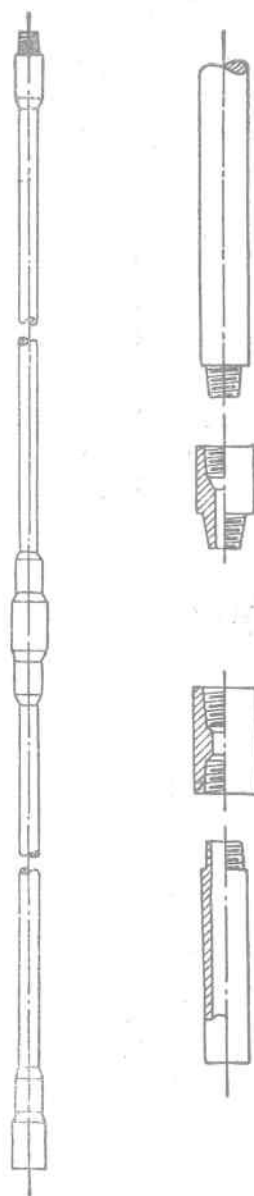
USUWANIE UROBKU WIERTNICZEGO

W miarę posuwania się wiercenia zarówno sposobem udarowym jak i obrotowym, miał (urobek) wiertniczy musi być usuwany 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



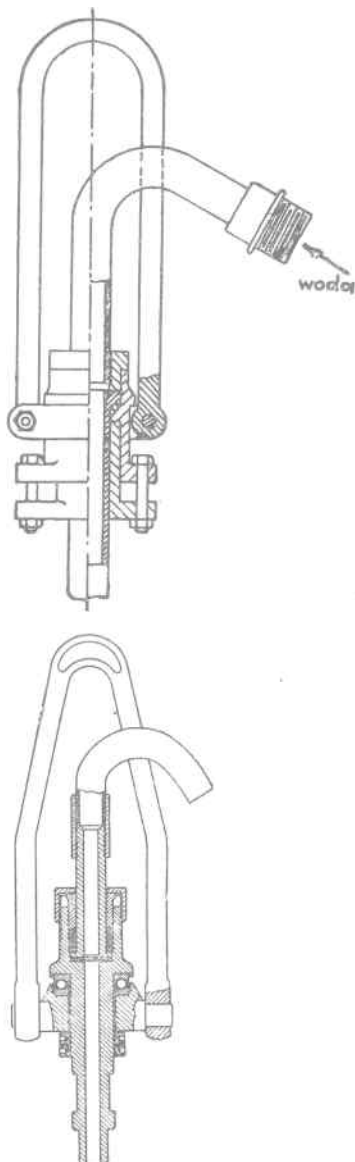
Koronka śrutowa
Rys. 72



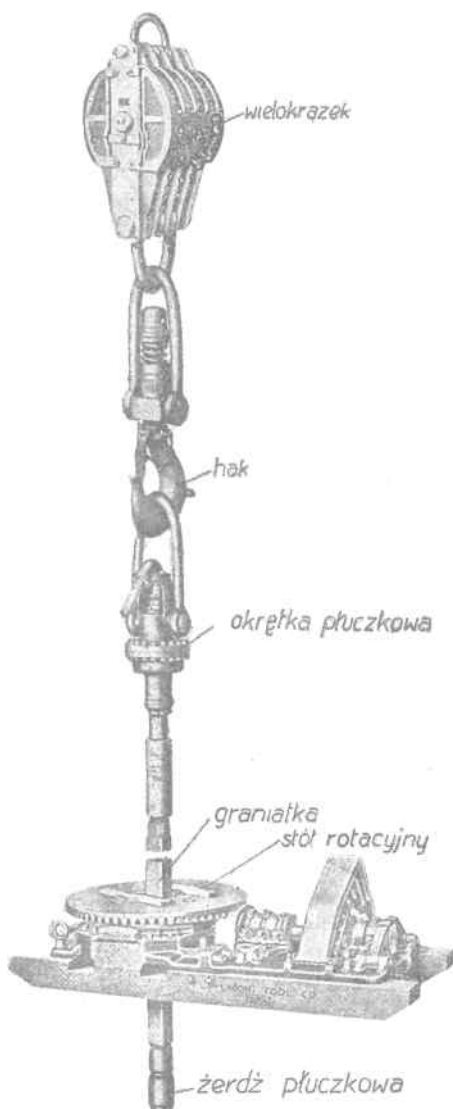
Żerdzie płuczkowe
Rys. 73

łyżką, której zadaniem jest usunięcie skruszonej skały z dna otworu, czyli tzw. łyżkowin. Łyżkę stanowi rura zamykana u dołu kłapą (rys. 76)

lub kulą (rys. 77). Dla ułatwienia łyżkowania wlewa się do otworu pewną ilość wody i to nawet w tym wypadku, gdy samo wiercenie prowadzone jest na sucho. Łyżkowanie stosowane jest wyłącznie przy wierceniach udarowych.



Okrętka płuczkowa
Rys. 74



Urządzenie do wiercenia obrotowego
Rys. 75

Płuczka stosowana jest przy wierceniu udarowym, jak i przede wszystkim przy obrotowym. W tym wypadku cały przewód, obciążnik i dłuto lub świder posiadają kanał, którym doprowadza się wodę do dna otworu, tłocząc ją za pomocą pompy przez okrętkę płuczkową (rys. 74).

Prąd wody porywa skruszoną skałę i unosi ją do góry, wypływając między przewodem i rurowaniem otworu. Ten sposób usuwania urobku nosi nazwę płuczki normalnej (prawej) dla odróżnienia od płuczki odwróconej (lewej), przy której woda wciągana jest do rur ochronnych i wypływa przez żerdzie. Ten drugi sposób jest skuteczniejszy, gdyż wypływająca woda posiada większą prędkość, a więc łatwiej unosi rozkruszoną skałę. Przy wierceniach za ropą i gazem zamiast czystej wody stosuje się jej mieszaninę z łem (płuczka iłowa).

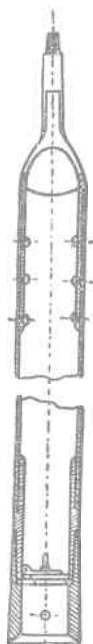
RUROWANIE OTWORÓW

W celu zabezpieczenia otworu przed obsypywaniem się jego ścianek, jak i w celu odcięcia dostępu wód ze skał wodonośnych do złoża minerału użytecznego stosuje się rurowanie otworów. Zapuszczanie rur odbywa się w miarę pogłębiania otworu za pomocą urządzeń, znajdujących się w żurawiu wiertniczym.

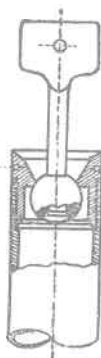
Zdarzają się wypadki, że przy opuszczaniu rur zatrzymują się one wskutek skrzywienia otworu, złego obrobienia jego ścian, ich obsypywania się lub występowania plastycznych skał, które zaciskają otwór. Jeżeli przez wgniatanie lub pobijanie rur nie da się ich wcisnąć do otworu, musimy zastosować rozszerzanie otworów wiertniczych za pomocą specjalnych rozszerzaczy.

W wypadku gdy otwór ma być wiercony do dużej głębokości, rozpoczyna się go większą średnicą i zgłębia się do chwili, gdy rury nie dają się już dalej wcisnąć. Dalszą część otworu wykonuje się o mniejszej średnicy i zapuszcza następną kolumnę rur o mniejszej średnicy, które wchodzi do kolumny pierwszej i sięgają aż do góry. W dalszym ciągu wiercenia możemy stosować trzecią, czwartą itd. kolumnę rur, jak to pokazane na rys. 78.

Po ukończeniu wiercenia, jeżeli odwiert nie będzie służył do dalszej eksploatacji, staramy się rury wyciągnąć, gdyż mają one znaczną wartość. Do tego celu służą narzędzia zwane rakami (rys. 79).



Łyżka z klapą
Rys. 76



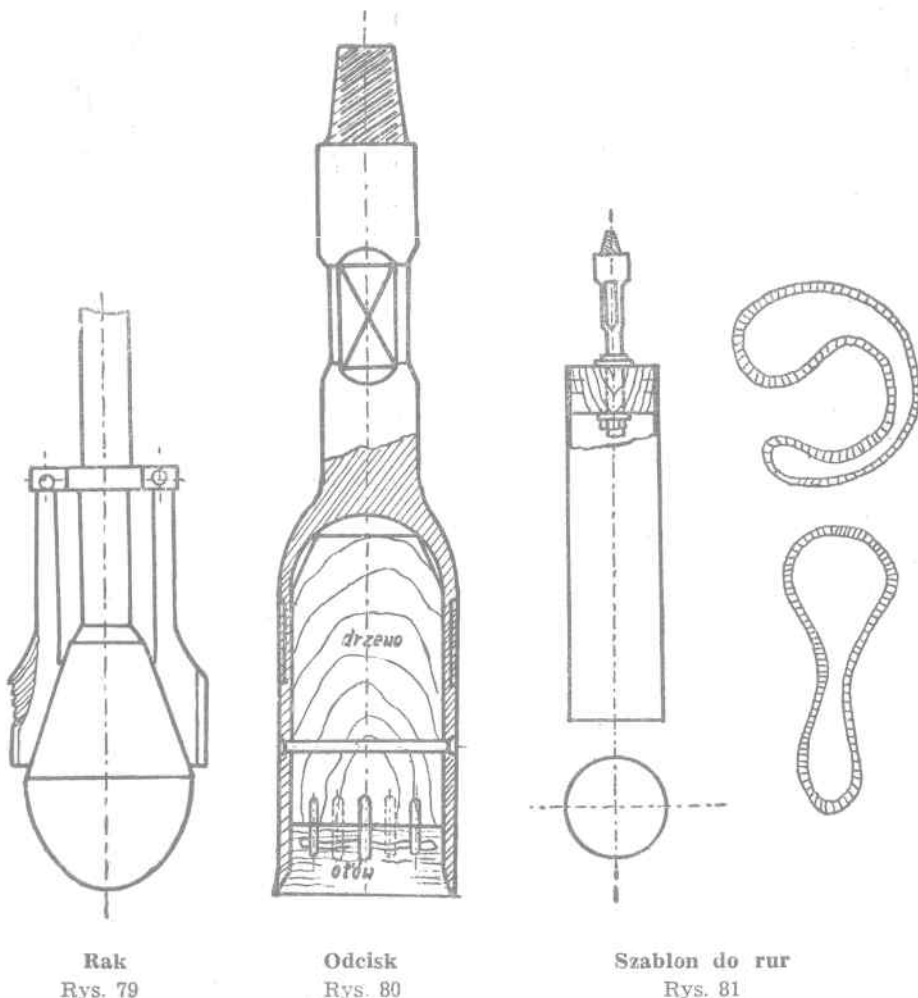
Łyżka z kulą
Rys. 77



Rurowanie najgłębszego
otworu w Czuchowie
w Polsce
Rys. 78

WYPADKI PODCZAS WIERCENIA I RUROWANIA

W czasie wiercenia otworów mogą zdarzyć się wypadki zakłócające normalny bieg pracy. Zaliczamy do nich zasypanie lub zaciśnięcie dłuta, urwanie się dłuta lub przewodu, wpadnięcie do otworu klucza, nakrętki lub innych przedmiotów, zgniecenie rur itd. We wszystkich tych wypadkach otwór zostaje „zagwożdżony”, wobec czego zachodzi potrzeba przed-



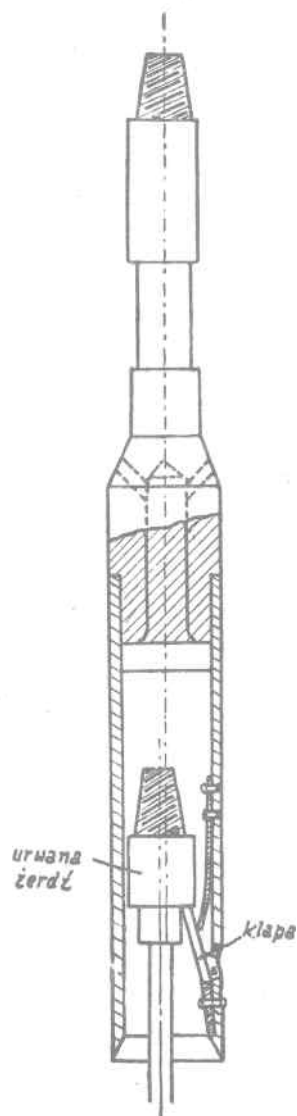
siewzięcia robót ratunkowych czyli instrumentacji. Przyrządy czyli instrumenty stosowane do tego celu możemy podzielić na przyrządy badawcze, przygotowawcze i usuwające.

Przyrządy badawcze służą do odtworzenia stanu, w jakim znajduje się otwór po wypadku. Do tego celu służy np. krótka rura z wbitym do niej klockiem drewnianym, zalanym na końcu parafiną, smołą lub ołowiem (rys. 80). Gdy taki przyrząd postawimy na znajdującej się w otworze przeszkodzie, otrzymujemy jej odcisk, co umożliwi nam

dobranie odpowiedniego przyrządu ratowniczego. W wypadku zgniecenia rur wciska się do nich szablon w postaci rury z cienkiej blachy (rys. 81), który odtwarza nam stan zgniecenia rurowania.

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

Przyrządy usuwające możemy podzielić na chwytające, shu-



Koronka z klapą

Rys. 82



Gruszka

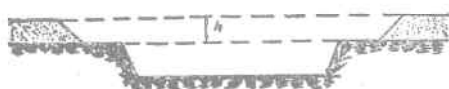
Rys. 83

żące do ujęcia tkwiącego w otworze przedmiotu (np. koronka z klapą — rys. 82) oraz prostujące, służące do wyrównania zgniecionych rur. Do tych ostatnich zaliczamy gruszkę (rys. 83) o średnicy o kilka milimetrów mniejszej od średnicy rur.

7. UDOSTĘPNIENIE ZŁOŻ

Gdy złoża ciała kopalnego zostało dostatecznie zbadane i gdy zdecydowano założyć na nim kopalnię, należy utworzyć dostęp do złoża

za pomocą różnego rodzaju wyrobisk górniczych, łączących złożę z powierzchnią ziemi.



Odkrywka

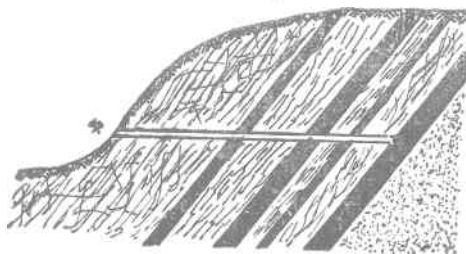
Rys. 84

Jeżeli złożę zalega niegłęboko pod powierzchnią ziemi (kilka, kilkanaście lub nawet więcej metrów), to może się okazać korzystnym zdjęcie całego nadkładu, pokrywającego złożę, i przystąpienie do eksploatacji sposobem odkrywkowym (rys. 84). W ten sposób

udostępnia się złoża materiałów budowlanych, a często również — złoża węgla i rud.

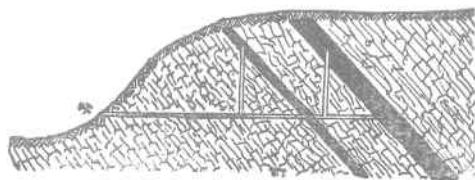
W większości jednak wypadków złoża minerałów użytecznych zalegają głęboko pod powierzchnią ziemi i dla ich udostępnienia zmuszeni jesteśmy prowadzić roboty podziemne.

W miejscowościach górzystych lub pagórkowatych udostępnienie złóż może być wykonane za pomocą sztolni (rys. 85), tj. wyrobiska poziomego, posiadającego połączenie z powierzchnią ziemi i dochodzącego do złoża. Czasami stosuje się sztolnie w połączeniu z szybikami ślepy mi (rys. 86). Jeżeli sztolnia stanowi najniższy poziom kopalni, ułatwia ona znacznie odprowadzenie wody, zmniejszając do minimum koszty odwadniania. Poza tym w wypadku udostępnienia złoża za pomocą sztolni upraszcza się transport urobku, tj. minerału i urobionych skal płonnych. Toteż dawniej, gdy złoża w górnych partiach nie były jeszcze wyczerpane, udostępnienie za pomocą sztolni było szeroko stosowane. Najdłuższe sztolnie w zagłębiu Mansfeldzkim dochodzą do 31 km długości; sztolnie we Freibergu wraz z odnogami mają 51 km. W Polsce najdłuższe sztolnie są w kopalniach rudy cynkowo-olowianej w okolicach Olkusza.



Udostępnienie sztolnią

Rys. 85



Sztolnia z szybikami

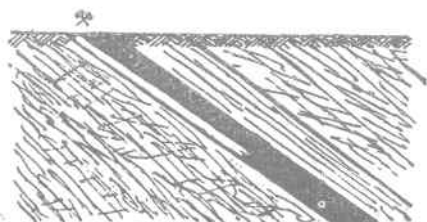
Rys. 86

W czasach obecnych górne partie złóż są już przeważnie wyeksploatowane, a poza tym wiele złóż zalega w miejscowościach równinnych, które nie nadają się do założenia sztolni. Okoliczności te zmuszają do coraz szerszego stosowania szybów dla udostępnienia złóż.

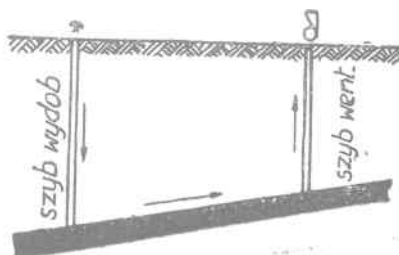
Jeżeli złożę ma wychodnię w granicach pól górniczych eksploatowanych przez kopalnię, pędzi się wprost w złożu szyb pochyły (rys. 87). W tym wypadku mamy tę korzyść, że od razu otrzymujemy urobek dający nam pewne zyski. Koszty jednak utrzymania przez długi czas szybów pochyłych są zwykle bardzo wysokie i dlatego stosowane one są obecnie znacznie rzadziej od innych sposobów udostępnienia.

Najczęstszym sposobem udostępnienia złóż są szyby pionowe (rys. 88). Zaletami ich są niższe koszty utrzymania i duża zdolność wydobywcza ze względu na łatwość zastosowania dużych prędkości przy wyciąganiu urobku.

Ze względu na konieczność doprowadzenia powietrza do kopalni musimy z reguły mieć przynajmniej dwa połączenia z powierzchnią ziemi: jedno dla doprowadzenia powietrza świeżego, drugie dla odprowadzenia zepsutego. Połączenia te mogą być wykonane za pomocą jednakowych (np. 2 szyby pionowe) lub odmiennych wyrobisk (np. sztolnia i szyb).



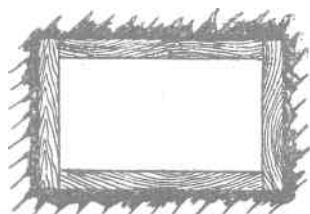
Szyb pochyły
Rys. 87



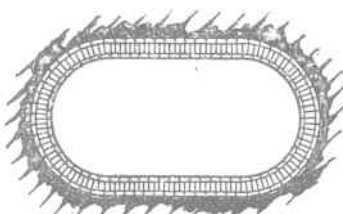
Szyby pionowe
Rys. 88

połączeniu z powierzchnią za pomocą dwóch szybów szyb głębszy (rys. 88) jest zwykle wydobywczym i wdechowym dla powietrza, płytszy zaś — wydechowym czyli wentylacyjnym.

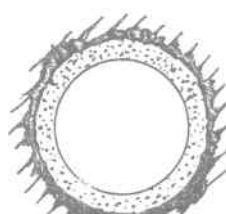
Przekrój szybu (rys. 89) może być czworoboczny *a* lub okrągły *c*, znacznie rzadziej natomiast wieloboczny lub eliptyczny *b*. Kształt czworoboczny stosuje się przy obudowie drzewnej w wypadkach, gdy szyb ma istnieć krótki okres czasu lub gdy posiada on znaczenie podrzędne. Obecnie najczęściej stosowany jest okrągły kształt szybów, a to ze względu na łatwość zgłębiania i utrzymania; obudowa ich zwykle mуро-



a



b



c

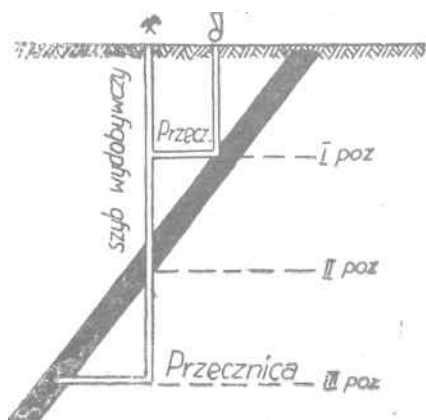
Przekroje szybów
Rys. 89

wa, betonowa lub żelbetowa, rzadziej (w skałach wodonośnych) — żelazna.

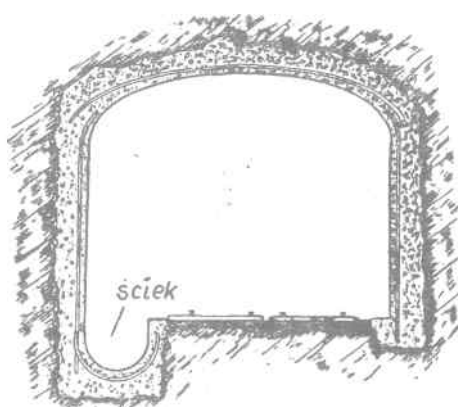
W większości wypadków udostępnienie złoża tylko szybem pionowym nie wystarcza; w tych wypadkach stosuje się szyby w połączeniu z innymi wyrobiskami, najczęściej z przecznicami.

Szyby z przecznicami (rys. 90) stanowią połączenie wyrobiska pionowego z poziomym, przeprowadzonym w skałach płonnych w poprzek uławicenia pokładów. Przecznice nazywane są często na Górnym Śląsku przekopami. Przecznicami przewozi się wydobyty urobek

do szybu, którym wyciąga się go na powierzchnię. Poza przewozem przecznice służą do doprowadzenia powietrza do miejsc pracy, dojścia

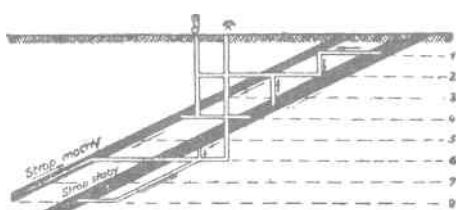


Szyby z przecznicami
Rys. 90



Przekrój przecznicy
Rys. 91

ludzi do robót oraz często do odprowadzenia wody za pomocą ścieku (rys. 91). Przecznice pędzi się od szybu z małym wzniesieniem, co jest ważne ze względu zarówno na odpływ wody, jak i przewóz. Przez odpowiednie dobranie nachylenia



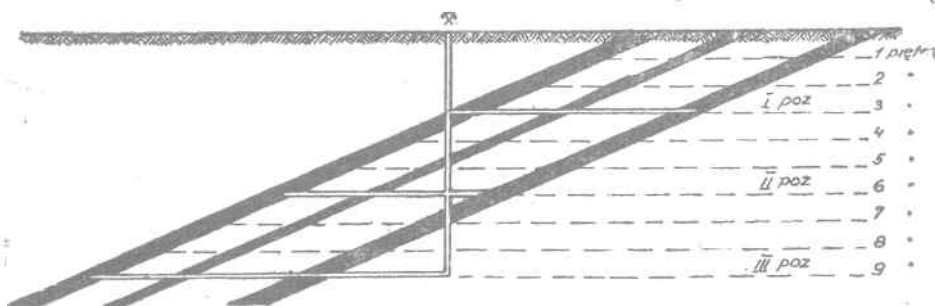
Szyby z przecznicami i szybikami
Rys. 92

przecznicy możemy uzyskać takie warunki, że wysiłek dla przewiezienia wozów ładowanych w kierunku szybu będzie taki sam, jak i dla przewiezienia próżnych od szybu.

W złożach zalegających nieregularnie, przeciętych uskokami i pofałdowanych, jak również składających się z dużej ilości pokładów, stosuje się udo-

stępnie za pomocą szybu z przecznicami i szybikami (rys. 92).

Eksploatację złoża, czyli jego wybieranie prowadzi się zwykle od partii najwyższych, przechodząc stopniowo do coraz niższych. W tym celu na różnych poziomach (rys. 93) pędzi się przecznice i inne wy-



Poziomy i piętra wydobywcze
Rys. 93

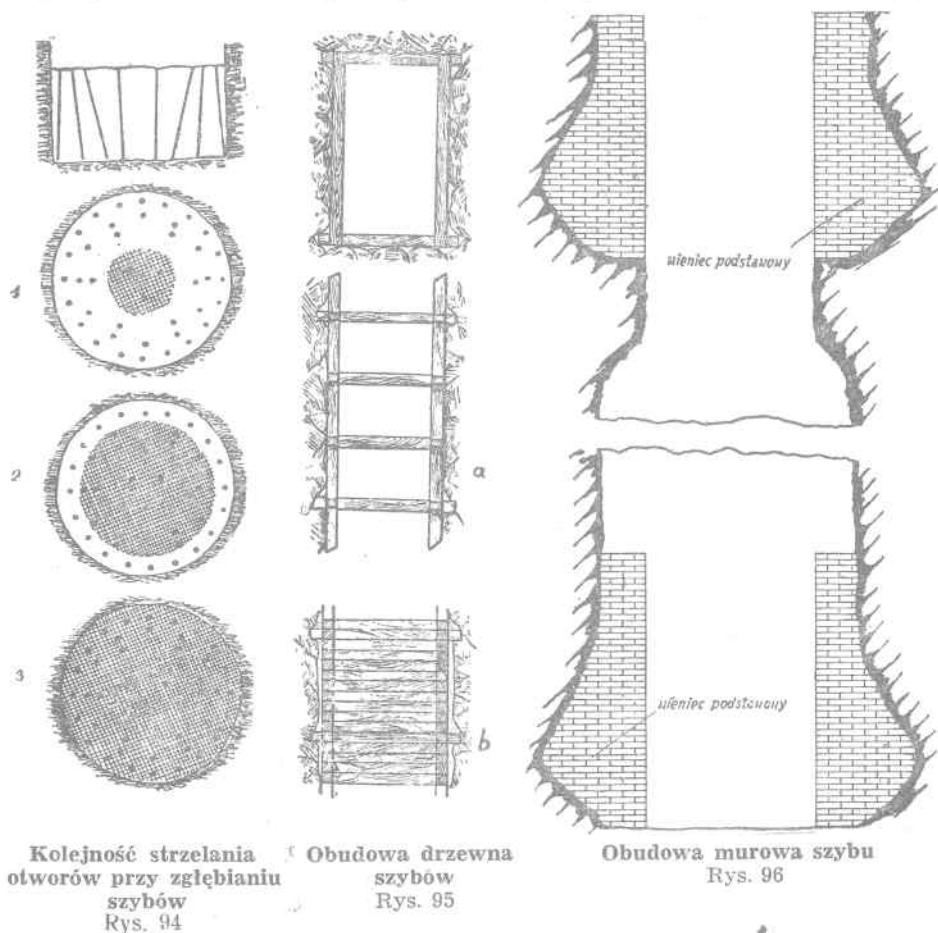
robiska, o których mowa dalej. Wybieranie złoza rozpoczyna się od poziomu najwyższego, przy czym urobek opuszcza się z wyżej położonych partii złoza czyli z pięter. Rzadziej wyciąga się urobek na dany poziom z partii (pięter) dolnych. Po wyeksploatowaniu poziomu górnego zakłada się następny niższy poziom. Numeracja poziomów prowadzona jest od góry; często również oznacza się poziom ich głębokością pod powierzchnią ziemi, np. poziom 360 oznacza poziom założony na głębokości 360 m pod powierzchnią.

8. ZGŁĘBIANIE I OBUDOWA SZYBÓW

Zgłębianie i obudowa szybów w warstwach wodonośnych, a więc w kurzawkach (miękkich płynnych piaskach) i w skałach szczelinowatych należy do najtrudniejszych robót górniczych. Znacznie natomiast łatwiejsze jest zgłębianie szybów w skałach zwiezłych i suchych.

SZYBY W SKAŁACH ZWIEZŁYCH I SUCHYCH

Zgłębianie szybów w skałach zwiezłych i suchych nie przedstawia większych trudności technicznych. Po usunięciu warstw nadkładu wierci



Kolejność strzelania
otworów przy zgłębianiu
szybów
Rys. 94

Obudowa drewna
szybów
Rys. 95

Obudowa murowa szybu
Rys. 96

się szereg koncentrycznie rozmieszczonych otworów pionowych lub skośnych, ładuje się do nich materiał wybuchowy i odstrzeliwuje według pewnej kolejności aż do uzyskania potrzebnych wymiarów szybu (rys. 94).

Pozostałe po strzelaniu nierówności ścian wyrównuje się. Uzyskany przy zgłębianiu urobek usuwa się przy niedużych głębokościach za pomocą kubłów i kołowrotów ręcznych, przy głębokościach większych ustawia się na powierzchni wyciągi mechaniczne.

Głębokości szybów są niekiedy bardzo duże. W Górno-śląskim Zagłębiu Węglowym najgłębsze szyby dochodzą do 800 metrów głębokości, w Zagłębiu Ruhry (Niemcy) — do 1200 m, jeszcze głębsze szyby spotykamy w niektórych kopalniach rudy (Przybram w Czechosłowacji, kopalnie miedzi w północnej Ameryce, kopalnie złota w Afryce południowej). Utrzymanie tak głębokich wyrobisk bez odpowiedniego wzmocnienia czyli obudowy jest nie do pomyślenia nawet w bardzo zwiezłych i mocnych skałach.

Obudowa może być drewna, murowa (z cegieł), betonowa lub żelbetowa. **Obudowę drewną** (rys. 95) stosuje się najczęściej jako tymczasową, zanim szyb nie został jeszcze omurowany. Pomijając małą wytrzymałość i krótkotrwałość obudowy drewnianej, jest ona również niebezpieczna ze względu na pożar.

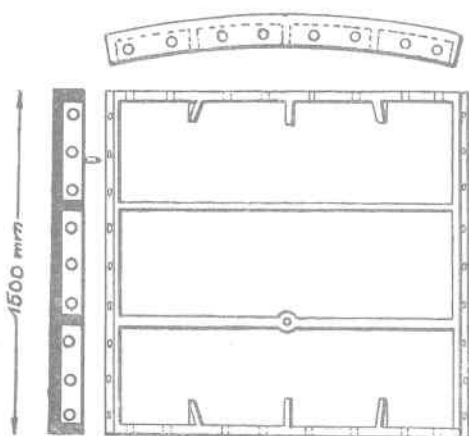


Żelazne wieniec podstawowe

Rys. 97

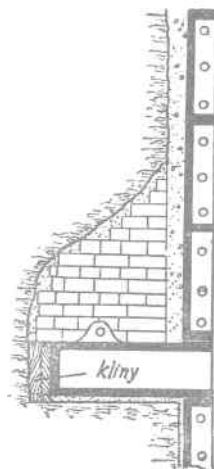
Obudowa murowa (rys. 96) wykonywana jest z cegieł na zaprawie cementowej; grubość muru 2—3 cegły. Obudowę szybów można prowadzić dwojako: albo zgłębia się szyb na całą jego głębokość i dopiero wówczas omurowuje, albo też zgłębia się częściami (np. co 30—40 m) i bezpośrednio po tym omurowuje. Omurowanie szybu w całości możliwe jest tylko przy niedużej jego głębokości (przeciętnie do 100 metrów) i dostatecznie wytrzymałych skałach. Przy obu sposobach omurowania powinna być zwrócona uwaga na należyte wykonanie tzw. wienca podsta-

tecnie wytrzymałych skałach. Przy obu sposobach omurowania powinna być zwrócona uwaga na należyte wykonanie tzw. wienca podsta-



Żelazne wieniec obudowy

Rys. 98



Zaklinowanie wienca podstawowego obudowy żelaznej

Rys. 99

w owego (rys. 96), który spełnia rolę fundamentu dla obudowy. Musi on być założony w skałach zwiezłych, niespekanych i wytrzymałych.

Obudowa betonowa a zwłaszcza **żelbetowa** jest znacznie wytrzymalsza od obudowy z cegieł, a wskutek tego może być znacznie cieńsza. Przy obudowie betonowej stosuje się bądź to beton ubijany poza deskowaniem, bądź też specjalne kamienie, wykonane z betonu lub żelbetu tzw. betonity.

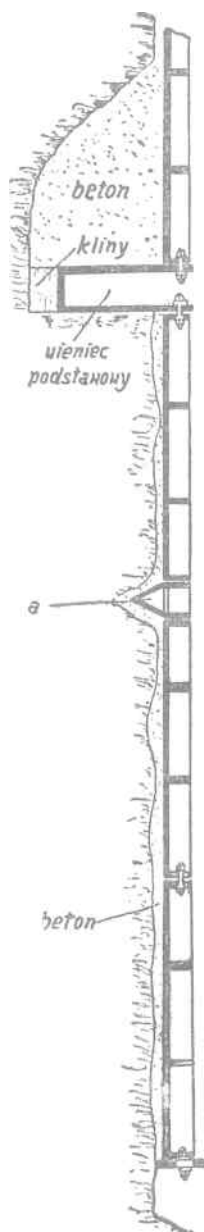
W miejscach, gdzie przy skałach zwiezłych występuje znaczniejszy przypływ wody, który należy szczelnie zamknąć, używa się na obudowę gotowych segmentów żelaznych, tworzących bądź to wieńce podstawowe (rys. 97), bądź też wieńce obudowy (rys. 98). Dla uszczelnienia wieńców wkłada się między segmenty ołowianą blachę i skręca się je ze sobą śrubami. Wieńiec podstawowy dokładnie zaklinowuje się klinami z miękkiego drewna (rys. 99), po czym przystępuje się do ustawienia, uszczelniania i skręcania wieńców obudowy.

Obudowa żelazna może być wykonywana również od góry do dołu (rys. 100). Dla zmniejszenia ciężaru zawieszanej obudowy co pewien czas wstawia się wieńce pośrednie *a*, wchodzące w skałę. Po założeniu wieńców, wypełnia się betonem przestrzeń między nimi a skałą.

SZYBY W SKAŁACH ZWIEZŁYCH O DUŻYM DOPŁYWIE WODY

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

Wiercenie szybów po raz pierwszy zastosowano w Westfalii w r. 1894. Sposób ten polega na wierceniu udarowym otworu o dużej średnicy (do 5 — 6 m) za pomocą specjalnie skonstruowanej ciężkiej (8 — 30 ton) ramy (rys. 101); w jej dolnej części osadzony jest szereg wymiennych dłut. Po odwierceniu pewnej głębokości szybu usuwa się urobek za pomocą odpowiednio dużych lyżek. *

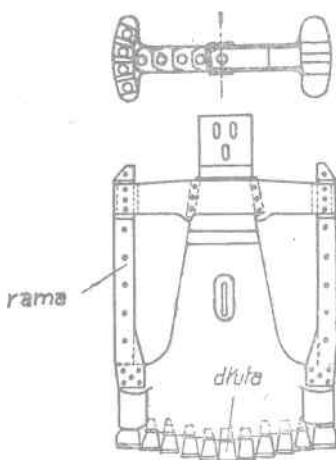


Obudowa żelazna
zawieszona
Rys. 100

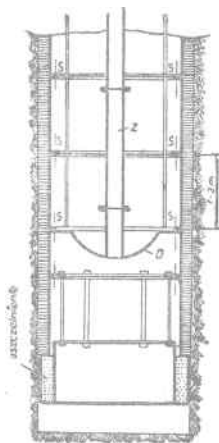
Sposób ten może być stosowany tylko wówczas, gdy przewiercane skały wodonośne są dostatecznie wytrzymałe, by można było pozostawić

je podczas wiercenia bez obudowy. Ze względu na duże koszty wiercenia szybów i mały postęp robót omawiany sposób zgłębiania stosowany jest tylko w tych częściach szybu, w których dopływ wody jest zbyt duży, by można było wykonać je zwykłymi sposobami.

Po przewierceniu skał wodonośnych opuszcza się do szybu obudowę żelazną wodoszczelną. Obudowa taka składa się z pierścieni 1—2 m wysokości z kołnierzami wewnętrznymi, które łączy się ze sobą na śruby *S* (rys. 102) i uszczelnia podkładkami ołowianymi. W dolnej części takiej obudowy zatrzymuje się dopływ wody za pomocą specjalnego uszczelnienia z mchu lub betonu. Łączenie pierścieni prowadzi się na powierzchni ziemi, cała zaś obudowa zawieszona jest na łańcuchach. Dla zmniejszenia ciężaru obudowy przytwierdza się do drugiego od dołu pierścienia wypukłe dno *D* z rurą *Z*. Przy takim urządzeniu obudowa pływa



Dłuto do wiercenia szybów
Rys. 101



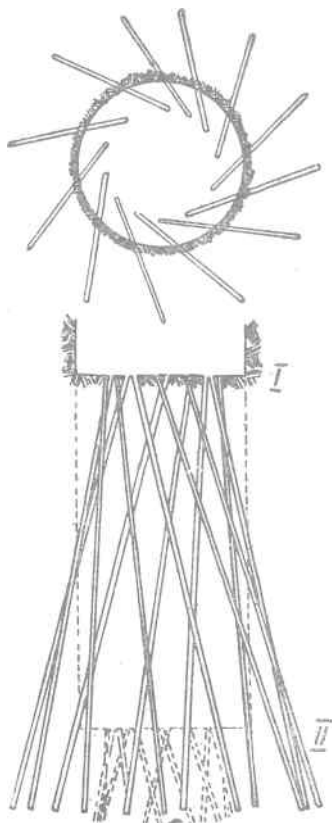
Obudowa żelazna opuszczana
Rys. 102

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 skałą i wypompowuje się wodę z szybu przez rurę *Z*. Po odkręceniu wypukłego dna *D* przystępuje się do dalszego zgłębiania szybu zwykłym sposobem.

Cementowanie polega na wtłaczaniu do szczelin skał wodonośnych mleka cementowego, dzięki czemu po stwardnieniu cementu stają się one wodoszczelne. Sposób ten został po raz pierwszy zastosowany we Francji w r. 1900. Zgłębianie szybu tym sposobem przeprowadza się w sposób następujący: Gdy roboty zbliżają się do skał wodonośnych na odległość 4 — 5 m, wstrzymuje się zgłębianie szybu i z dna jego wierci

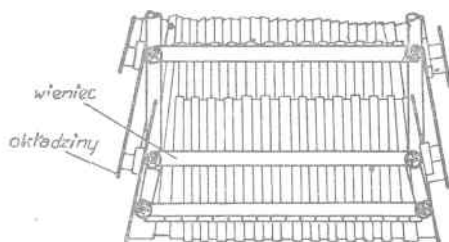
się szereg skośnych otworów (I — rys. 103) o długości równej co najmniej trzykrotnej średnicy szybu; do otworów tych wtłacza się pod ciśnieniem mleko cementowe. Po upływie 4 — 5 dni, gdy cement dostatecznie stwardnieje, rozpoczyna się zgłębianie szybu zwykłym sposobem, zatrzymując je w odległości 4—5 m od końca zacementowanej partii skał, po czym wierci się nową serią otworów (II), powtarzając cementowanie aż do osiągnięcia skał suchych.



Otworki do cementowania skał
Rys. 103

SZYBY W SKAŁACH CIEKŁYCH

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

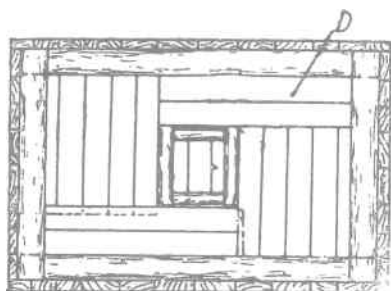
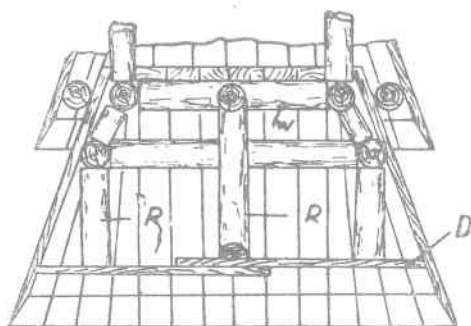


Wbijana obudowa szybów
Rys. 104

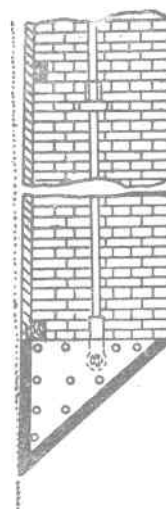
Zgłębianie za pomocą **obudowy wbijanej** polega na wbijaniu na obwodzie dna szybu desek (okładzin) długości 1—1,5 m i grubości 3 — 5 cm (rys. 104) lub żelaznych kształtówek, które tworzą ściankę szczelną. W miarę wbijania okładzin wybiera się z dna szybu kurzawkę, jeżeli jej ciśnienie nie jest duże. Jeżeli natomiast pod wpływem ciśnienia kurzawka jest wyciskana z dołu do góry, wtedy należy i dno szybu obudować. W tym celu na dnie układa się najpierw warstwę słomy, a następnie grube deski *D* (rys. 105), które podtrzymuje się od góry rozporami *R*, opartymi o wieńce obudowy *W*. Wybieranie kurzawki prowadzi się w tym wypadku bardzo ostrożnie, zaczynając od środka dna szybu.

Obudowa wbijana należy do najstarszych sposobów zgłębiania w kurzawkach szybów o przekroju prostokątnym. Szyb zgłębiany tym sposobem wymaga natychmiastowego wykonania obudowy ostatecznej, a to ze względu na bardzo duże ciśnienie kurzawek.

Obudowa opuszczana stosowana jest przy szybach okrągłych. Zgłębianie tym sposobem polega na wykonaniu najpierw szybika pomocniczego, nie dochodzącego do poziomu kurzawki, i obudowaniu go drzewem lub murem. Na dnie tego szybika ustawia się *b u t* żelazny (rys. 106), na nim zaś wznosi się opuszczaną obudowę murową, żelbetową lub żelazną.



Obudowa wbijana z zabezpieczeniem
dna szybu
Rys. 105

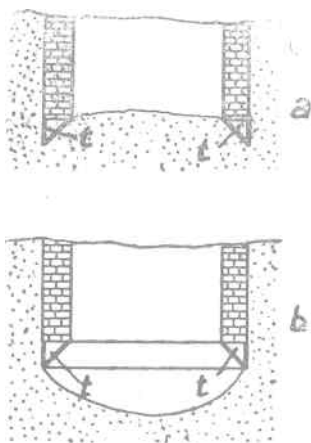


But obudowy opuszczanej
Rys. 106

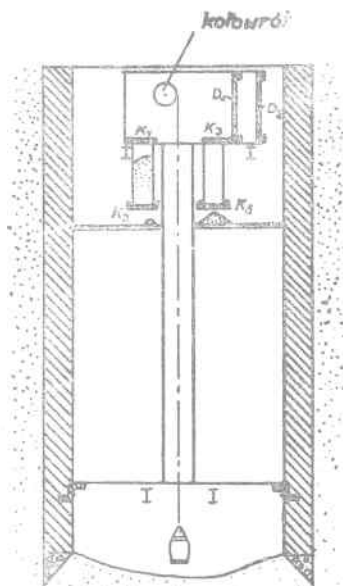
Obudowę murową (rys. 107) lub żelbetową wznosi się na dokładnie do poziomu ustawionym *bucie t*, przy czym zewnętrzną stronę muru albo deskuje się, albo też pokrywa blachą lub zaprawą cementową celem zmniejszenia tarcia o skały. Przez całą wysokość muru daje się pręty i pierścienie żelazne dla lepszego związania obudowy. Gdy mur zostanie wzniesiony kilka metrów nad powierzchnię ziemi, przystępuje się do zgłębiania szybu, wybierając piasek lub kurzawkę z jego dna, przy czym obudowa samoczynnie opuszcza się pod własnym ciężarem. Niekiedy zachodzi potrzeba dodatkowego obciążania obudowy lub wtłaczania jej za pomocą pras. W miarę opuszczania się obudowy nadmurowuje się dalsze jej partie.

Opuszczana obudowa żelazna nie różni się od zwykłej wodoszczelnej obudowy żelaznej.

Zgłębianie szybu przy obudowie opuszczanej może być prowadzone z odpompowywaniem wody lub bez pompowania. W pierwszym wypadku skalę (piasek) wybiera się łopatami, w drugim — za pomocą specjalnych świrdrów z workami lub pogłębiarek. Po ukończeniu opuszczania obudowy osadza się ją na skale zwieżłej.



Opuszczana obudowa murowa
Rys. 107



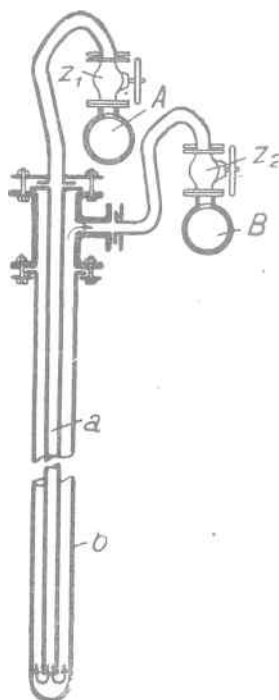
Obudowa opuszczana z komorą powietrzną
Rys. 108

Dla umożliwienia ludziom przebywania na dnie szybu bez konieczności pompowania wody stosuje się obudowę opuszczaną z komorą powietrzną. Komora taka należyście uszczelniona znajduje się w dolnej części obudowy opuszczanej (rys. 108) i posiada podwójne drzwi *D* dla umożliwienia ruchu ludzi i dostarczenia materiałów oraz podwójne kłapy *K* — dla usuwania urobku. Gdy jedna z tych kłap (lub drzwi) jest otwarta, druga musi być zamknięta. Do komory doprowadza się sprężone powietrze, które — równoważąc ciśnienie kurzawki — umożliwia prowadzenie robót na dnie szybu. Sposób ten pozwala na zgłębianie szybów płytszych, gdyż praca w sprężonym powietrzu o wysokim ciśnieniu, niezbędnym dla zrównoważenia większego słupa kurzawki lub wody, jest szkodliwa dla zdrowia. Sposób ten pod nazwą robót kesonowych stosowany jest częściej w budownictwie wodnym przy wykonywaniu fundamentów pod wodą.

Zamrażanie skał płynnych umożliwia zgłębianie w nich szybu zwykłym sposobem. Po raz pierwszy zamrażanie skał przy zgłębianiu szybów zostało zastosowane w r. 1883.

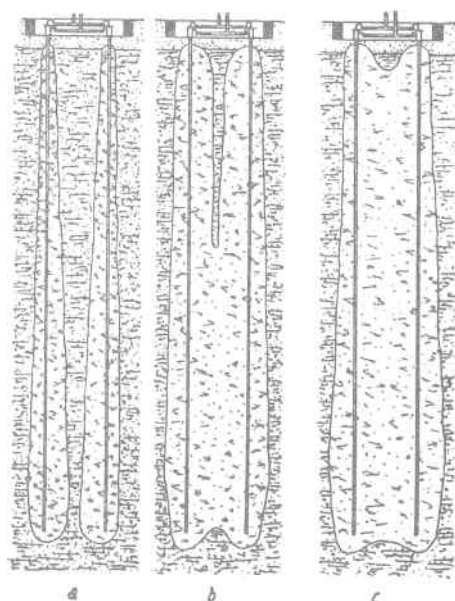
Prace wstępne polegają na wierceniu dookoła szybu szeregu pionowych otworów, przecinających całą warstwę kurzawki aż do skał zwież-

złych. Do otworów tych wstawia się rury *b* zamknięte u dołu (rys. 109) o średnicy 100—200 mm, do których wprowadza się inne cienkie rury otwarte *a* o średnicy 30—40 mm, dochodzące prawie do dna rur szerszych. Przez te cienkie rury tłoczy się ciecz oziębiającą, która powoli podnosi się rurami szerszymi *b* ku górze, oziębiając i zamrażając na swej drodze skały otaczające. Po dojściu do góry ciecz wraca z powrotem do maszyny chłodzącej, gdzie zostaje powtórnie oziębiona i skierowana do rur wewnętrznych. Wszystkie rury wewnętrzne *a* połączone są na powierzchni z maszyną oziębiającą za pomocą rury zbiorczej *A* (rys. 109), rury zaś zewnętrzne *b* — za pomocą rury zbiorczej *B*. Przepływ cieczy reguluje się zaworami *Z₁* i *Z₂*.



Urządzenie do zamrażania skał ciekłych

Rys. 109



Fazy procesu zamrażania skał

Rys. 110

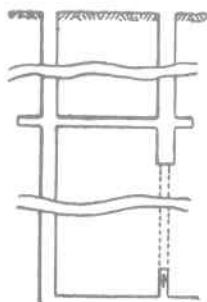
Do oziębiania używa się wodnych roztworów (ługów) chlorku wapnia (CaCl_2) lub magnezu (MgCl_2), których niską temperaturę uzyskuje się w maszynach chłodniczych przez rozprężanie amoniaku (NH_3) lub dwutlenku węgla (CO_2).

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. 110), malejąc stopniowo ku górze. W miarę oziębiania poszczególne stożki lodowe rozszerzają się i wreszcie łączą się ze sobą tworząc jedną zamarzniętą bryłę. Proces zamrażania trwa od 2 do 4 miesięcy.

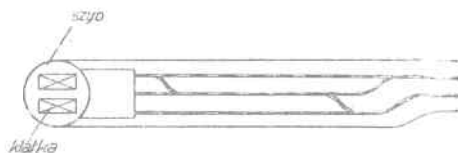
Gdy grubość płaszcza lodowego dookoła projektowanego szybu osiągnie 1—1,5 m, przystępuje się do zgłębiania, w czasie którego urządzenie chłodzące musi być czynne.

PRZEBIJANIE SZYBU OD DOŁU

Jeżeli ma być pogłębiany szyb czynny, a ruch w nim klatek unie-
możliwia prowadzenie robót z góry na dół, stosuje się przebijanie szybu
od dołu do góry (rys. 111). Przebijanie takie może być prowadzone albo
całym przekrojem szybu, albo też
najpierw wykonuje się szybik o ma-
łym przekroju, który następnie roz-
szerza się, zaczynając od góry.



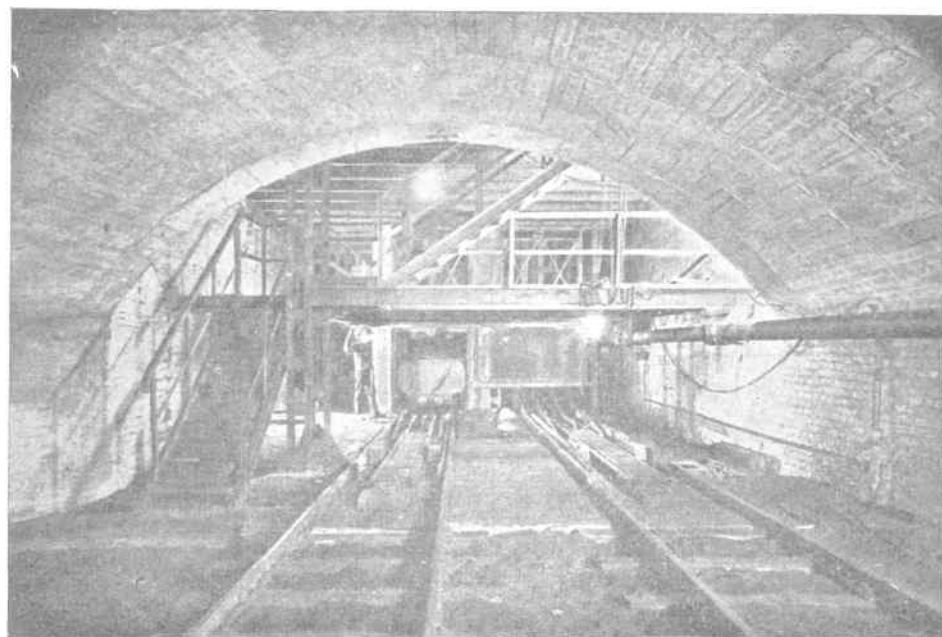
Przebijanie szybu z dołu do góry
Rys. 111



Podszybie jednostronne
Rys. 112

PODSZYBIA

Połączenie szybu z przecznicą, czyli tzw. podszybie (rys. 113)
stanowi rozszerzoną część przecznicy, łączącej szyb ze złożem. Podszybia
stanowią główne dworce transportu podziemnego, gdzie odbywa się
zmiana ruchu poziomego urobku na ruch pionowy i odwrotnie. Wymiary

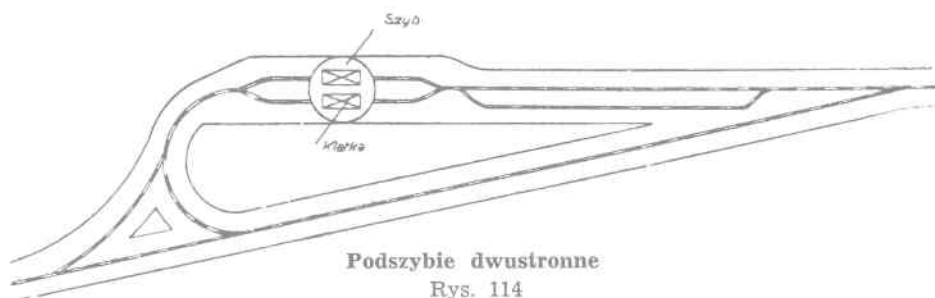


Podszybie w kopalni węgla
Rys. 113

i urządzenie podszybia zależą od ilości urobku przechodzącego przez szyb
i sposobu transportu urobku szybem. Przy niedużym ruchu wystarczy
może podszybie jednostronne (rys. 112), przy większym jednak

zachodzi konieczność wykonania podszybia dwustronnego (rys. 114), które niekiedy obsługuje równocześnie kilka pięter klatek wyciągowych.

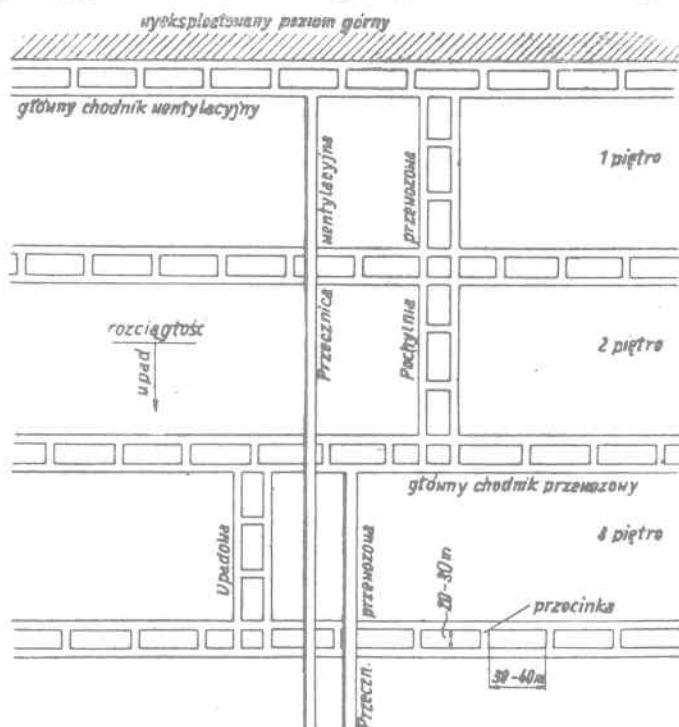
Szerokość podszybia i ilość w nim torów muszą być takie, ażeby możliwe było wygodne przetaczanie wozów pełnych i próżnych, jak rów-



nież manewrowanie materiałami opuszczanymi szybem. Wysokość podszybia przy samym szybie powinna umożliwiać odbieranie z klatek przedmiotów o znacznej długości, jak np. drewna do obudowy, szyn itp. Obudowa podszybi przeważnie murowa, betonowa lub żelbetowa — obudowa drewna stosowana jest w kopalniach mniejszych.

9. ROBOTY PRZYGOTOWAWCZE

Po udostępnieniu złoza za pomocą sztolni lub szybu i przecznicy przystępuje się do pędzenia w nim szeregu wyrobisk chodnikowych, mających



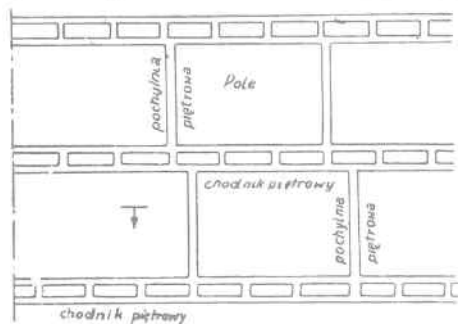
Główne roboty przygotowawcze w pokładzie

Rys. 115

na celu przygotowanie złoża do eksploatacji, czyli do jego wybierania lub — jak to się mówi „odbudowy”. Roboty te noszą nazwę robót przygotowawczych i są prowadzone przeważnie w samym złożu.

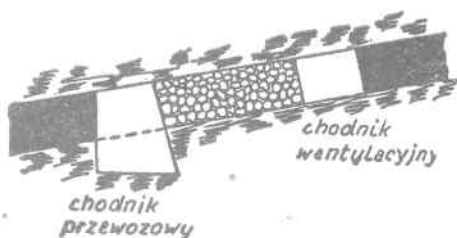
Na każdym poziomie w miejscu udostępnienia pokładu, a więc np. w miejscu przecięcia pokładu przecznica, przystępuje się do pędzenia w pokładzie głównego chodnika przewozowego (rys. 115). Chodnik ten prowadzi się w kierunku rozciągłości, a więc jest on poziomy, względnie nieco wznoszący się dla umożliwienia odpływu wody i ułatwienia transportu urobku. Chodnik główny, jak zresztą i wszystkie inne wyrobiska przygotowawcze, może być pędzony pojedynczo lub równocześnie z równoległym do niego chodnikiem, jak to pokazane jest na rys. 115. Odległość między tymi chodnikami wynosi 10 — 20 metrów. Oba te chodniki łączy się ze sobą co 30 — 40 metrów przecinkami. System chodników podwójnych wymaga wprawdzie wykonania większej ilości robót, jednak ma on tę dużą zaletę, że umożliwia doprowadzenie powietrza do miejsca pracy czyli do przodka, bez jakichkolwiek dodatkowych urządzeń wentylacyjnych. Mianowicie powietrze świeże dopływa do przodka chodnikiem głównym, przechodzi przez ostatnią przecinkę (inne są otamowane) i wraca chodnikiem równoległym.

Wyobraźmy sobie, że pierwszy poziom kopalni został już wyeksploatowany (rys. 115), 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 czyli powietrznym.



Podział pokładu na pola

Rys. 116



Chodnik z przybierką spagu

Rys. 117

Ażeby uzyskać połączenie ze sobą głównych chodników — przewozowego i wentylacyjnego, leżących na różnych poziomach, zmuszeni jesteśmy wykonać w złożu wyrobiska pochyłe. Wyrobiska takie nazywamy pochylniami, jeżeli łączą one poziom 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.

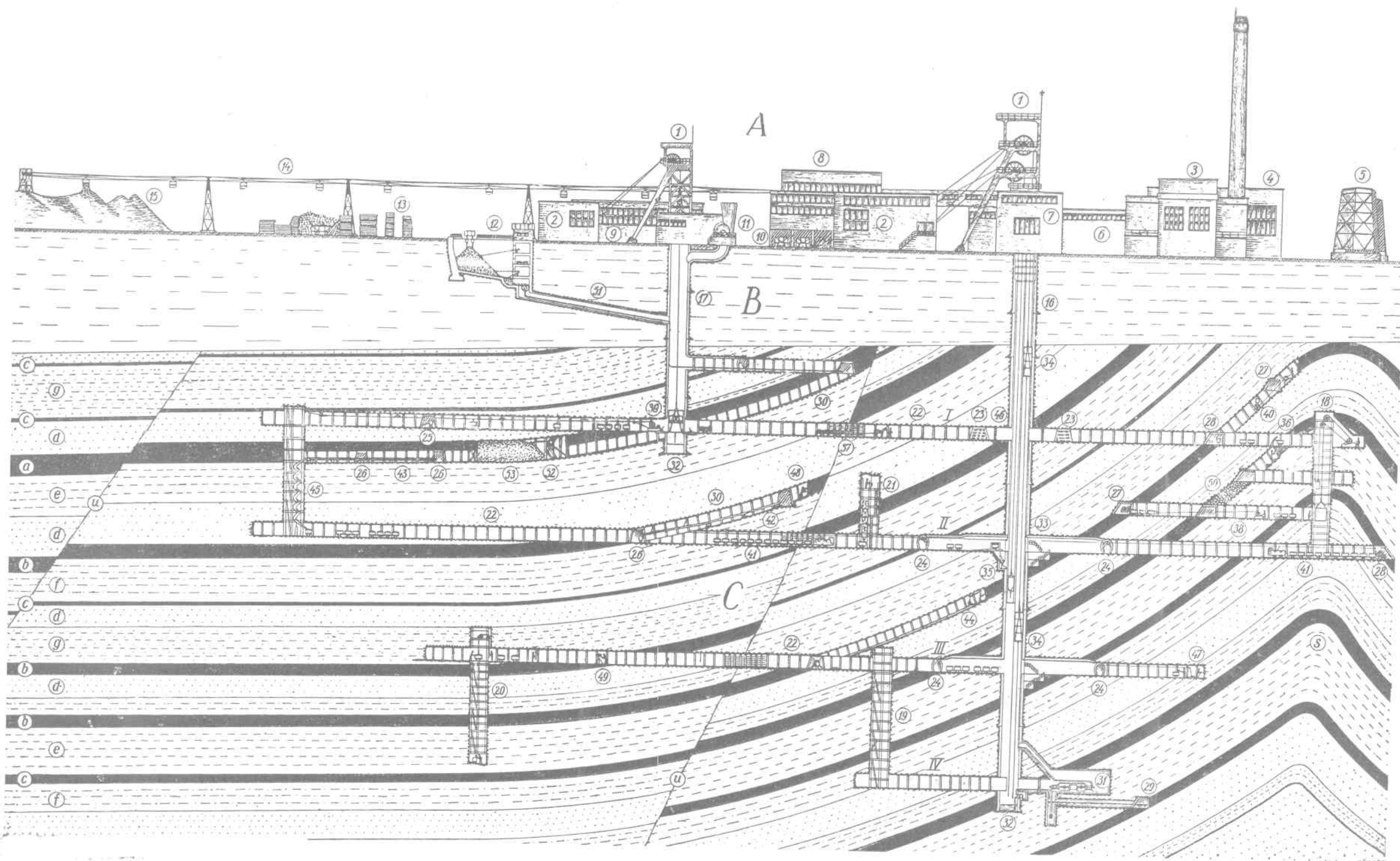
Jeżeli odległość między głównymi chodnikami na różnych poziomach jest bardzo duża, pędzi się między nimi (co 100 — 200 m) chodniki pośrednie, zwane również piętrowymi (rys. 116). Poza tym często zachodzi potrzeba połączenia ze sobą chodników piętrowych pochylniami piętrowymi, które dzielą piętra na tzw. pola.

Rys. 118 podaje schematyczny przekrój przez kopalnię węgla.

SCHEMATYCZNY PRZEKRÓJ PRZEZ KOPALNIĘ WĘGLA

Objaśnienia do rys. 118

- | | |
|--|--|
| A — POWIERZCHNIA KOPALNI | 21 — ślepy szybik przebijany |
| 1 — wieża szybowa | 22 — przecznica |
| 2 — budynek maszyny wyciągowej | 23 — chodnik objazdowy (obudowa
drzewna) |
| 3 — budynek kotłowni | 24 — chodnik objazdowy (obudowa
murowa) |
| 4 — budynek elektrowni | 25 — przekop |
| 5 — wieża chłodnicza | 26 — chodnik w węglu po rozcią-
głości |
| 6 — znaczownia i lampiarnia | 27 — chodnik z przybierką stropu |
| 7 — łaźnia i szatnia | 28 — chodnik z przybierką spągu |
| 8 — sortownia i płuczka | 29 — chodnik wodny |
| 9 — warsztaty | 30 — pochylnia |
| 10 — dworzec kopalniany | 31 — komora pomp |
| 11 — wentylator | 32 — żap |
| 12 — most i lej podsadzkowy | 33 — podszybie |
| 13 — skład drzewny | 34 — klatka (czteropiętrowa) |
| 14 — kolejka linowa | 35 — podszybie skipowe i skip
(w szybie) |
| 15 — hałda skały płonnej | 36 — przewóz ręczny |
| B — WARSTWY NADKŁADU | 37 — przewóz konny |
| C — WARSTWY WĘGLONOŚNE | 38 — przewóz linowy kołowrotem |
| a — pokład węgla grubo | 39 — przewóz liną bez końca |
| b — pokład węgla średni | 40 — przewóz pochylniany na pod-
wózku |
| c — pokład węgla cienki | 41 — przewóz elektrowozami |
| d — piaskowiec | 42 — odstawa przenośnikiem wstrzą-
sanym |
| e — łupek ilasty | 43 — odstawa przenośnikiem taśmo-
wym |
| f — łupek ilasty z przerostami
węgla | 44 — odstawa żłobami nieruchomy-
mi (zsuwnia) |
| g — łupek piaszczysty | 45 — odstawa zsuwnią śrubową
w szybiku ślepym |
| s — siodło | 46 — tama wentylacyjna |
| u — uskok | 47 — roboty w kamieniu |
| BC — PODZIEMIE KOPALNI | 48 — roboty w węglu |
| I — poziom pierwszy | 49 — pomiary podziemne |
| II — poziom drugi | 50 — podsadzka sucha pełna |
| III — poziom trzeci | 51 — przecznica z rurociągiem pod-
sadzkowym |
| IV — poziom czwarty | 52 — zawarcie podsadzkowe |
| 16 — szyb wyciągowy, zjazdowy
i wdechowy | 53 — podsadzka płynna |
| 17 — szyb wentylacyjny, drzewny
i podsadzkowy | |
| 18 — ślepy szybik wyciągowy z prze-
ciwwagą | |
| 19 — ślepy szybik wentylacyjny | |
| 20 — ślepy szybik głębiony | |



Rys. 118

Są to najważniejsze roboty przygotowawcze. Przy eksploatacji pokładów cienkich nie zachodzi potrzeba wykonywania innych robót, w pokładach jednak grubszych opisane roboty przygotowawcze często nie wystarczają i wówczas zmuszeni jesteśmy wykonywać roboty dodatkowe, które omówimy przy systemach eksploatacji złóż.

Szerokość dwutorowych chodników, pochylni i upadowych wynosi około 3 m, wysokość — około 2 m. Wymiary chodników jednotorowych — 2×2 lub nawet $1,8 \times 1,5$ m. Jeżeli, jak to jest np. w pokładach cienkich, wyrobiska o normalnych wymiarach nie mieszczą się w pokładzie, to wykonuje się je z przybierką stropu lub — częściej — spagu (rys. 117).

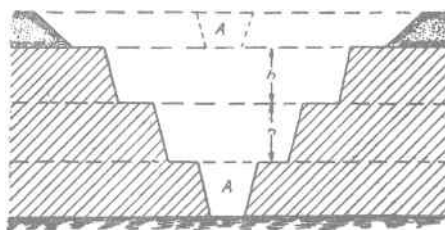
10. EKSPLOATACJA ZŁOŻ

Po wykonaniu niezbędnych robót przygotowawczych przystępuje się do wybierania użytecznego ciała kopalnego ze złoża, czyli do jego odbudowy. Sposób, w jaki wybieranie to przeprowadza się, nosi nazwę sposobu eksploatacji. O wyborze takiego lub innego sposobu decydują: rodzaj i kształt złoża, jego grubość, kąt upadu, wytrzymałość skał otaczających, głębokość zalegania złoża, stopień zmechanizowania robót itp.

EKSPLOATACJA ODKRYWKOWA

Jeżeli złoże nie zalega głęboko pod nadkładem skał płonnych, eksploatację prowadzi się pod otwartym niebem sposobem odkrywkowym. Polega on na tym, że po zdjęciu nadkładu przystępuje się wprost do wybierania złoża. Eksploatacja odkrywkowa posiada szereg zalet, gdyż złoże jest wybierane prawie bez strat, miejsca pracy nie wymagają sztucznego przewietrzania, a w dzień — również i oświetlenia, odpada potrzeba obudowy wyrobisk, łatwiejsze jest urabianie kopaliny, łatwiejszy transport i dozór, możliwa jest większa mechanizacja robót, a wskutek tego większa jest również wydajność pracowników. Ujemnymi stronami eksploatacji odkrywkowej jest zależność pracy od pogody i konieczność urabiania i usuwania nieraz bardzo dużych ilości skał płonnych.

Roboty odkrywkowe prowadzone są z reguły warstwami poziomymi (rys. 119 i 13), które rozpoczyna się od wykonania wąskiego wkopu A, który następnie rozszerza się w jedną stronę — przy zgrupowaniu robót jednoskrzydłowym — lub w obie strony — przy dwuskrzydłowym. W miarę poszerzania się wykopu przystępuje się w taki sam sposób do wybierania warstwy następnej itd. W rezultacie otrzymuje się szeroki wykop o bokach schodkowych. Grubość h (wysokość) wybieranych warstw zależy od własności urabianej skały (w wypadku skał mocnych jest ona większa) i sposobów urabiania (przy urabianiu ręcznym grubość jest mniejsza aniżeli przy maszynowym); grubość ta waha się od kilku do kilkudziesięciu metrów.



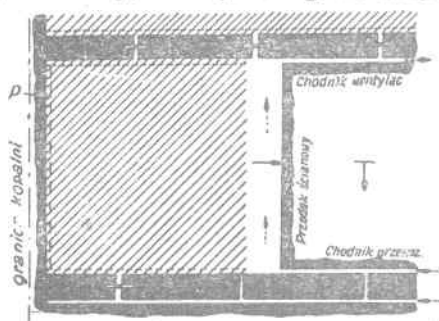
Eksploatacja odkrywkowa
Rys. 119

PODZIEMNA EKSPLOATACJA SYSTEMEM ŚCIANOWYM

Pokłady cienkie (do 2 m) o stosunkowo niedużym upadzie wybiera się najczęściej systemem ścianowym (rys. 120). System ten stosuje się również, jakkolwiek rzadziej, przy wybieraniu pokładów średniej grubości (do 4 m).

Roboty przygotowawcze ograniczają się tu w większości wypadków do wykonania między chodnikami głównymi (transportowym i wentylacyjnym) równoległych do nich chodników pośrednich, a więc pozostają w ramach głównych robót przygotowawczych, opisanych w rozdziale 9.

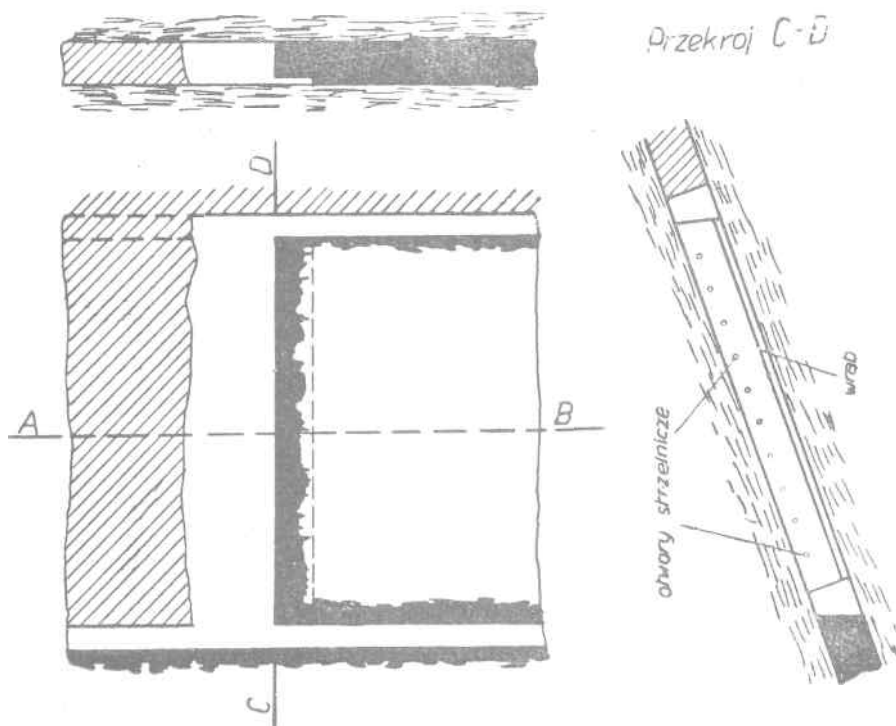
Po połączeniu sąsiednich chodników pochylnią P (rys. 120) rozpoczyna się od niej pędzenie długiego przodka ścianowego. Długość ściany, a więc odległość między chodnikami ścianowymi zależy od



System ścianowy podłużny

Rys. 120

Przekrój A-B

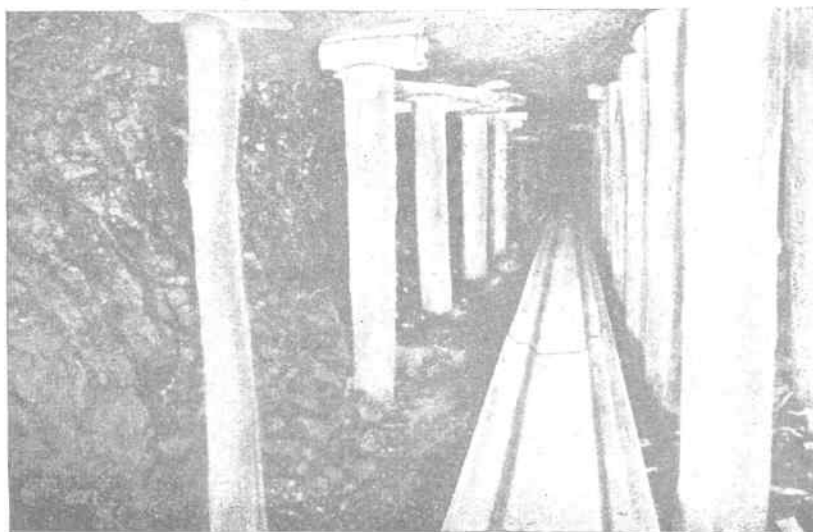


Wrób w przodku ścianowym

Rys. 121

całej jego długości podcina się, czyli wykonuje się w nim wrąb (rys. 121) za pomocą maszyn wrębowych. Głębokość wrębu dochodzi do 2 m i więcej. Po wykonaniu wrębu wierci się pod stropem pokładu otwory strza-

lowe, do których ładuje się około 100 g materiału wybuchowego i odstrzeliwuje się (czasami węgiel odbija się ręcznie za pomocą młotków mechanicznych). Urobiony węgiel ładuje się do przenośników (ryniel lub taśm) ułożonych wzdłuż przodka (rys. 122), skąd trafia do wozów znajdujących się w chodniku transportowym.



Przenośnik na ścianie

Rys. 122

Przewietrzanie przodka jest w tym systemie bardzo dobre, gdyż świeże powietrze dopływa chodnikiem transportowym, płynie wzdłuż całej ściany i odpływa górnym chodnikiem wentylacyjnym.

Wybieranie na zawal

Jeżeli grubość pokładu jest nieduża (do 2,5 m) i w stropie jego zalegają skały dostatecznie kruche np. łupki ilaste, wybieranie systemem ścianowym prowadzi się na zawał. W tym celu wzdłuż ściany, w odległości od niej około 3 m stawia się rząd kasztów z twardego drzewa (rys. 123) lub stojaki żelazne (rys. 242), poza którymi wyjmuje się tymczasową obudowę i powoduje się zawal skał stropowych. Gdy przodek ścianowy posunie się o 2 — 2,5 m, kaszty lub stojaki stalowe przenosi się bliżej przodka i ponownie wywołuje się zawal (rys. 124).

Wybieranie z podsadzką suchą

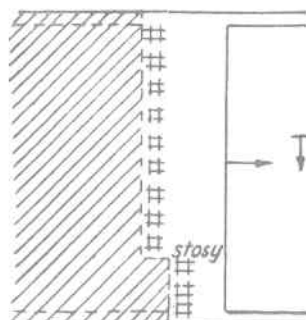
Jeżeli skały stropowe nie są dostatecznie kruche i nie zawałają się małymi partiami, jak to jest np. w wypadku mocnych piaskowców, wybieranie systemem ścianowym cienkich pokładów prowadzone jest z podsadzką suchą, to znaczy z wypełnieniem wybranej przestrzeni skalą płonną. Najczęściej stosuje się podsadzkę częściową w postaci pasów równoległych (rys. 125) lub prostopadłych do przodka (rys. 126).

Kamień na podsadzkę częściową otrzymuje się bądź z przybierki stropu między pasami podsadzki (prostopadłymi do przodka), bądź też dostarcza się go chodnikiem wentylacyjnym z zewnątrz pola (przy pasach

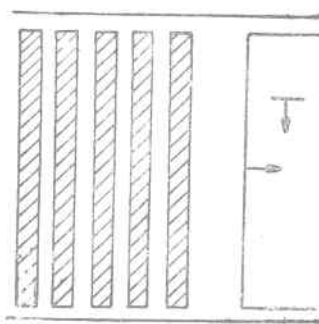
równoległych). Dostarczenie kamienia jest konieczne również przy pełnej podsadźce suchej (rys. 127). Podsadzanie odbywa się ręcznie lub za pomocą specjalnych maszyn podsadzkowych tzw. miotarek lub dmucharek (sprężone powietrze).



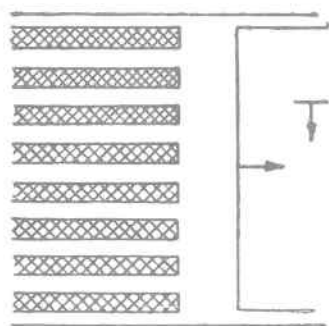
Kaszt rozbieralny
Rys. 123



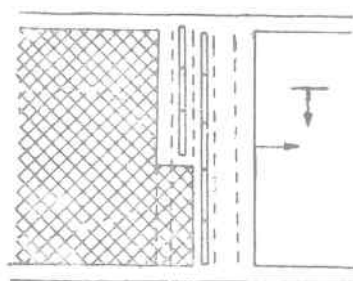
Przenoszenie kasztów
Rys. 124



Podsadzka sucha częściowa
(pasy równoległe do przodka)
Rys. 125



Podsadzka sucha częściowa
(pasy prostopadłe do przodka)
Rys. 126



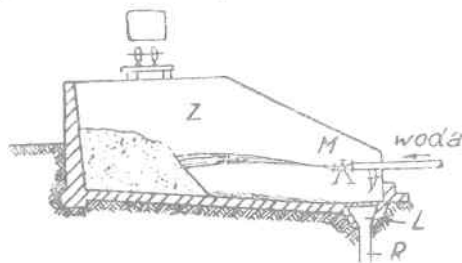
Podsadzka sucha pełna
Rys. 127

Wybieranie z podsadzką płynną

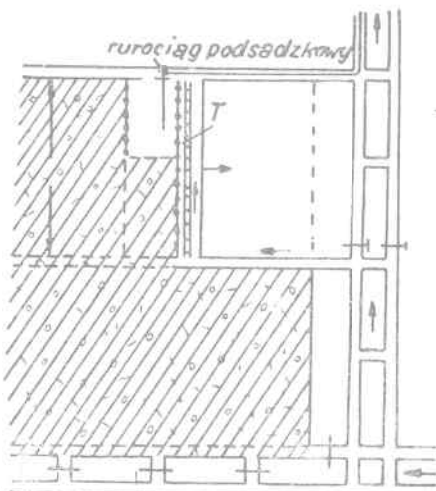
Przy ścianowym wybieraniu pokładów średniej grubości (do 4 metrów) stosuje się tzw. podsadzkę płynną. Do tego celu służy piasek transportowany z powierzchni w rurach za pomocą wody.

Do wytwarzania mieszaniny piasku z wodą urządza się na powierzchni kopalni zbiornik, czyli lej podsadzkowy (Z — rys. 128), do którego dowozi się piasek w wagonach kolejowych. Materiał ten zostaje następnie splukiwany silnym prądem wody z monitora *M* do leja *L*, skąd dostaje się rurciągiem *R* przechodzącym przez szyb lub otwór wiertniczy oraz górny chodnik ścianowy (rys. 129) do miejsca podsadzania.

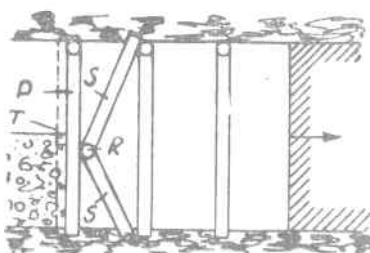
Przestrzeń przeznaczoną do podsadzania odgradza się tamami podsadzkowymi (rys. 130) wy-



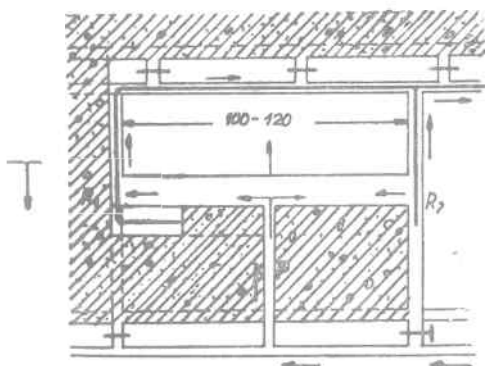
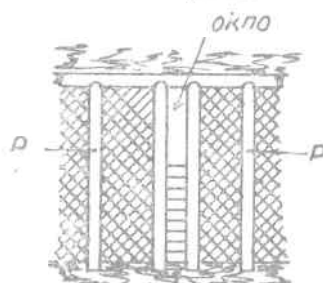
Zbiornik podsadzkowy
Rys. 128



Podsadzanie wyrobiska ścianowego
Rys. 129



Tama podsadzkowa
Rys. 130



System ścianowy poprzeczny
Rys. 131

konanymi z rzędu stojaków *P*, obitych deskami lub płótnem *T* i wzmocnionych ryglami *R* oraz rozporami *S*. Celem odprowadzania wody pozostawia się w tamie tzw. „okno” (rys. 130) lub stosuje się rury drewniane zbite z desek (tzw. lutnie podsadzkowe). W otamowanej przestrzeni piasek osadza się, woda natomiast odpływa przez lutnię lub okno w tamie do dolnego chodnika ścianowego, a stąd (dla oczyszczenia wody) do osadników i potem do pomp.

Przy opisanym wyżej systemie ścianowym przodek posuwa się

w kierunku rozciągłości. System taki, noszący nazwę systemu podłużnego, jest najczęściej stosowany przy wybieraniu pokładów cienkich. Wybieranie natomiast pokładów średniej grubości z podsadzką płynną częściej jest prowadzone systemem poprzecznym, przy którym przodek posuwa się w kierunku wzniesienia (rys. 131).

PODZIEMNA EKSPLOATACJA SYSTEMAMI FILAROWYMI

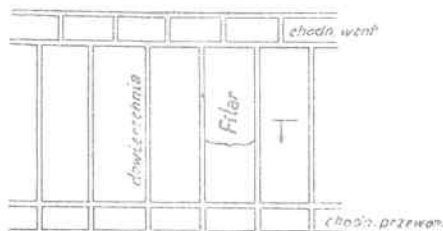
Przy wybieraniu pokładów grubych (od 4 do 6 lub 7 metrów) znajduje szerokie zastosowanie system filarowy zabierkowy, zwany również systemem śląskim.

Przy systemie tym oprócz głównych robót przygotowawczych, tzn. chodników transportowych i wentylacyjnych oraz pochylni, zachodzi potrzeba wykonania dodatkowych drugorzędnych robót przygotowawczych, a celem ich jest podział pola na wąskie (10 — 20 m)



System filarowy podłużny

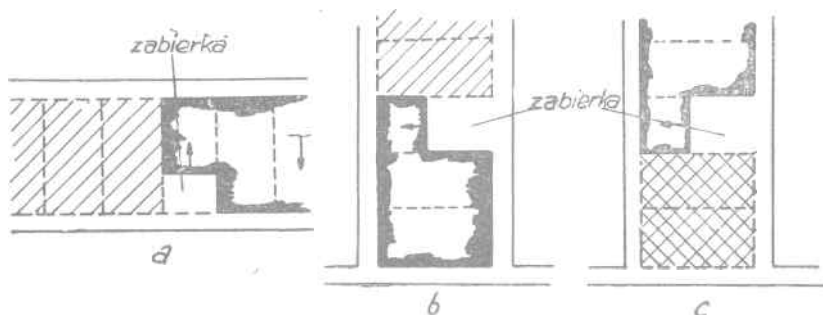
Rys. 132



System filarowy poprzeczny

Rys. 133

pasy, zwane filarami. Filary podłużne (rys. 132) otrzymuje się przez przeprowadzenie w polu chodników eksploatacyjnych, filary poprzeczne (rys. 133) — przez połączenie chodnika transportowego z wentylacyjnym za pomocą dowerzchni.



Pędzenie zabierki bez nogi

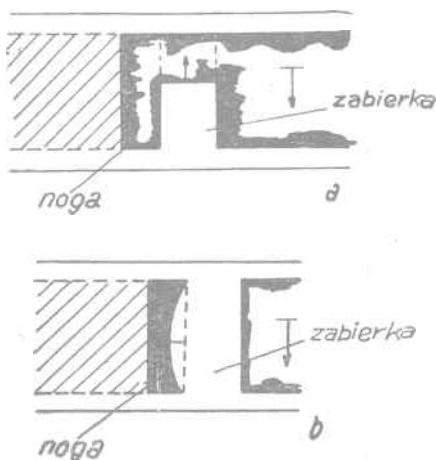
Rys. 134

Wybieranie filarów przeprowadza się najczęściej za pomocą wyrobisk zwanych zabierkami. Tylko w rzadkich wypadkach zabierkę pędzi się bezpośrednio obok zawalanej lub podsadzonej przestrzeni (rys. 134), znacznie częściej pozostawia się obok zawaliska tzw. nogę (rys. 135). Szerokość zabierki wynosi najczęściej 6 m, nogi — 3 m. Po wybraniu zabierki staramy się wybrać również przynajmniej część nogi, część złoża natomiast zostaje przy tym systemie niewybrana, a straty kopaliny użytecznej przy wybieraniu grubych pokładów wynoszą 25 — 40%.

Przewietrzanie robót przy systemie filarowym zabierkowym jest znacznie gorsze aniżeli przy systemie ścianowym, gdyż powietrze płynie tu tylko w chodnikach (strzałki — rys. 136), zabierki zaś są przewietrzane przez dyfuzję. Poza tym powietrze zmuszone jest przecisnąć się częściowo przez stare zrobry, a więc zagroża wznieceniem pożarów.

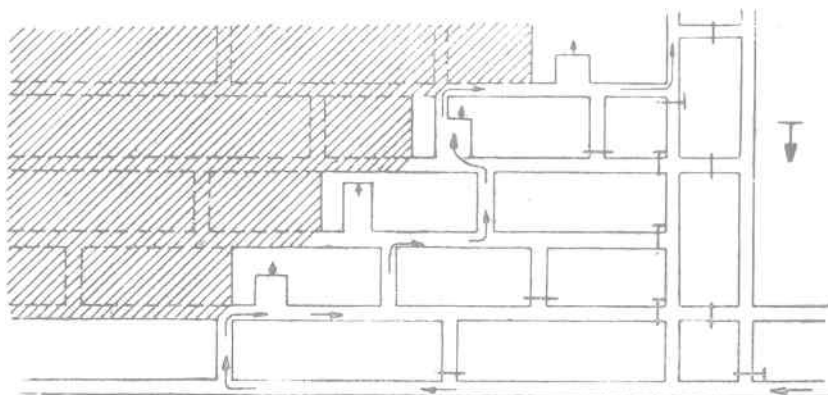
Po wybraniu węgla z zabierki ustawia się wzdłuż jej bocznej i dolnej calizny organy (rys. 137), tj. rząd stojaków w odległości od siebie 0,3 — 0,5 m i przystępuje się do wywołania zawалу stropu przez wyjęcie obudowy z opuszczonej zabierki. W rzadszych wypadkach prowadzi się systemy filarowe zabierkowe z podsadzką płynną.

Znacznie rzadziej od systemów filarowych stosuje się i to tylko przy wybieraniu pokładów mniejszej grubości, tzw. systemy filarowe ubierkowe (rys. 138), które w swej istocie są systemami ścianowymi o małej (10 — 20 m) długości przodka.



Pędzenie zabierek z nogą

Rys. 135

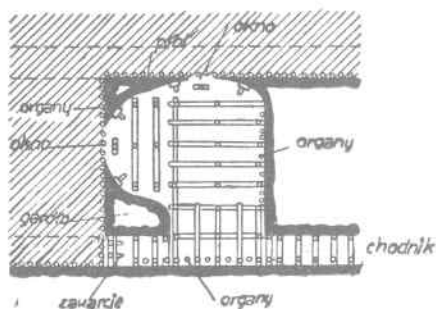
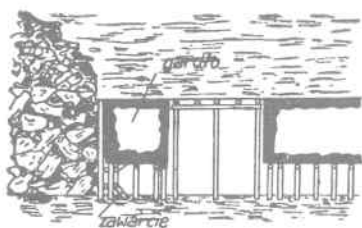


Przewietrzanie przy systemie zabierkowym

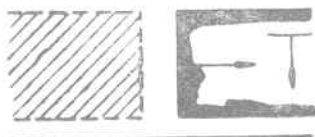
Rys. 136

WYBIERANIE SYSTEMEM KOMOROWYM

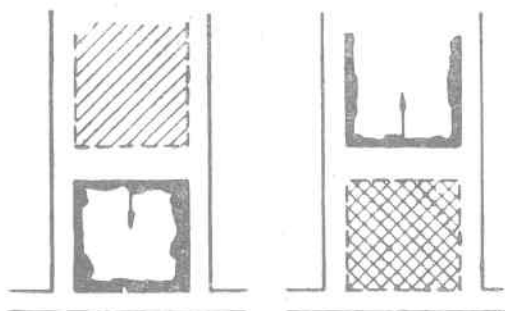
Komorami nazywamy w górnictwie wyrobiska o stosunkowo dużych wymiarach. Systemy komorowe znajdują zastosowanie przede wszystkim przy eksploatacji złóż zalegających pośród mocnych skał, jak to jest np. w kopalniach soli (rys. 139). Wybieranie pokładów węgla systemami komorowymi (rys. 140) różni się tylko tym od systemów filarowych zabierkowych, że długość komory jest tu znacznie większa od dłu-



Wybieranie zabierki
Rys. 137



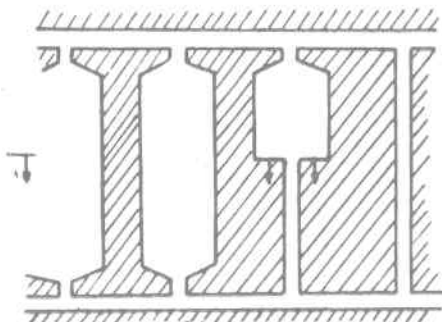
a



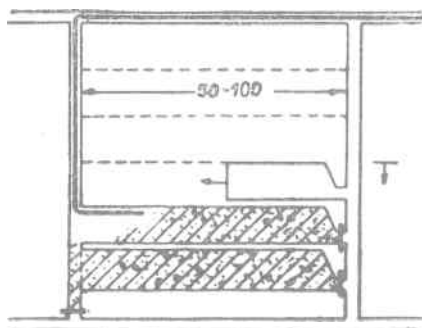
b

c

Systemy filarowe ubierkowe
Rys. 138



Wybieranie złoża solnego systemem
komorowym
Rys. 139



Wybieranie pokładu węgla systemem
komorowym (długimi zabierkami)
Rys. 140



Wybieranie warstwami równoległymi
do uławicenia
Rys. 141



Wybieranie warstwami poziomymi
Rys. 142

gości zabierki i dochodzi do 50 lub nawet i 100 metrów, szerokość zaś pozostaje taka sama, a więc około 6 metrów. Takie komory nazywamy również długimi zabierkami.

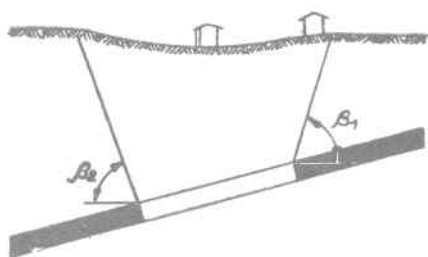
Jeżeli chodzi o utrzymanie skał stropowych i niedopuszczenie do ich załamania, jak to bywa np. przy wybieraniu pod miastami, wówczas między komorami pozostawia się niewybrane filary o takiej samej mniej więcej szerokości, jak i szerokość komór.

WYBIERANIE WARSTWAMI

Przy wybieraniu bardzo grubych pokładów (powyżej 6 m) stosuje się eksploatację warstwami, które mogą być albo równoległe do uławicenia (rys. 141), albo też poprzeczne (rys. 142) do uławicenia (poziome). Przy wybieraniu pokładów węgla stosuje się tu z reguły podszkłę plyną, przy czym wybieranie warstwami 3 — 4 m grubości rozpoczyna się od warstw niższych, po których podszkłę wybiera się warstwy wyższe, stojąc na piasku.

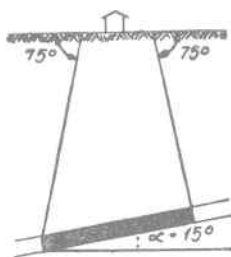
WPŁYW EKSPLOATACJI PODZIEMNEJ NA POWIERZCHNIĘ

Przy eksploatacji podziemnej następuje skutek wybrania złoża ruch skał, który odbija się również i na powierzchni, gdzie nad wybranym złożem powstaje niecka osiadania (rys. 143). Budowle znajdujące się na powierzchni w obrębie tej niecki, a zwłaszcza na jej krawędziach, zostają uszkodzone.



Niecka osiadania

Rys. 143



Filar ochronny

Rys. 144

Celem uniknięcia uszkodzeń górniczych wybiera się złoże pod chronionymi obiektami (wartościowe budynki, koleje, rzeki itp.), bądź to pasami, bądź też pozostawia się je niewybrane. Wielkość pozostawionej części złoża zależy od głębokości zalegania, upadu i rodzaju skał stropowych. Ta niewybrana część złoża nosi nazwę filaru ochronnego (rys. 144).

11. URABIANIE SKAŁ

Urabianiem nazywamy czynność odrywania od calizny większych lub mniejszych kawałków skały. Wybór takiego lub innego sposobu urabiania zależy od twardości, zwięzłości i wytrzymałości skał. Pod względem zdolności do urabiania dzielimy skały na:

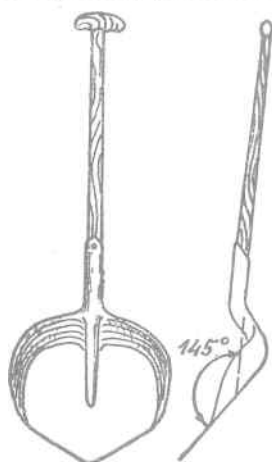
- 1) sypkie, jak np. piasek, żwir, torf,
- 2) miękkie, np. glina, gips, kaolin,

- 3) kruche, np. węgiel brunatny i kamienny, niektóre łupki, spękane wapienie,
- 4) twarde, np. granity, porfiry, piaskowce,
- 5) bardzo twarde, np. kwarcyty, bazalty.

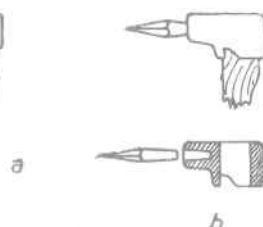
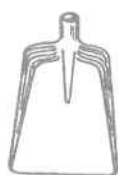
URABIANIE NARZĘDZIAMI RĘCZNYMI

W wypadku skał sypkich czynność urabiania ogranicza się do ładowania za pomocą łopat. Łopaty wykonuje się z blachy stalowej w kształcie prostokątnym lub — lepiej — zaokrąglonym (rys. 145) dla łatwiejszego nabierania urobku. Styłisko z drewna twardego i suchego przytwierdzone jest do łopaty pod kątem 140° — 150° . Ciężar ze styłiskiem około 3 kg.

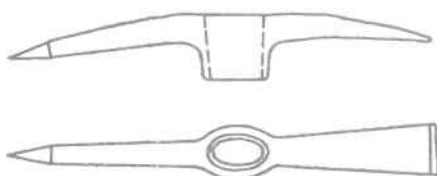
Narzędziem do urabiania skał miękkich jest rydel. Rydel ma taki sam kształt jak łopata, różni się zaś od niej tym, że ma dolną krawędź zaostrzoną oraz że styłisko tworzy z rydlem kąt bliski



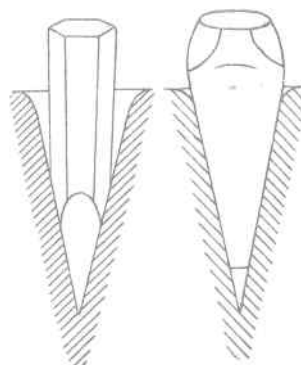
Łopaty
Rys. 145



Kilofy
Rys. 146



Oskard
Rys. 147



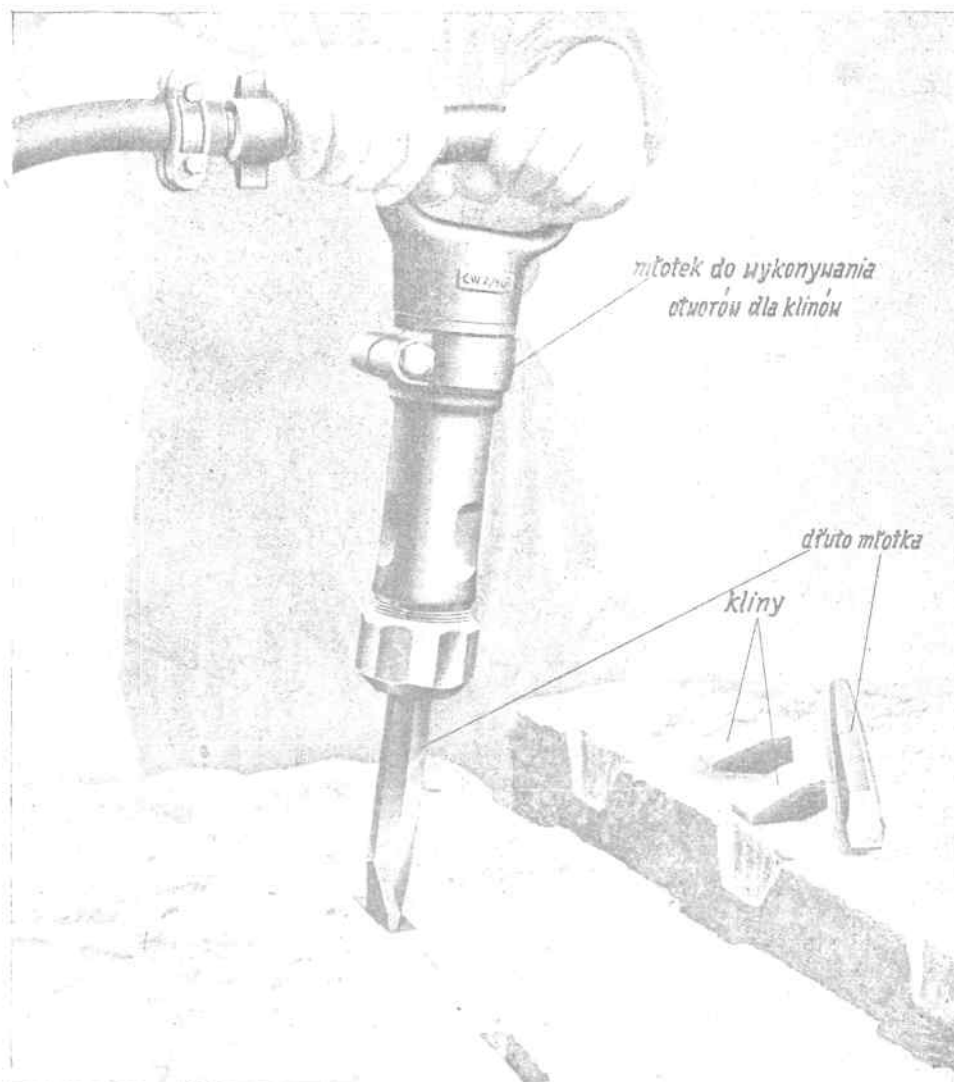
Kliny
Rys. 148

180° . Rydel służy do kopania, łopata — do ładowania. Ciężar ze styłiskiem około 2 kg.

Kilof (rys. 146a) służy zarówno do urabiania skał miękkich i kruchych, jak i odbijania zwisających skał oraz rozbijania grubszego urobku przy urabianiu klinowym lub materiałami wybuchowymi. Ostrze kilofa

może być zakończone szpiczasto (dla skał twardszych) lub płasko (dla miękkich). Czasami stosowane są kilofy z ostrzem wymiennym (rys. 146b). Ciężar do 4 kg. Stylisko z drewna twardego o długości około 1 m.

Oskar d (rys. 147) jest kilofem dwustronnym. Nadaje się do pracy przede wszystkim na powierzchni. Do robót podziemnych jest mniej odpowiedni ze względu na możliwość zahaczenia ostrzem o strop lub obudowę.



Strona lewa — przygotowanie otworów
dla umieszczenia klinów

Strona prawa — skała rozsadzona
klinami

Rys. 149

Kliny (rys. 148) stosowane są do urabiania skał twardych przez wbijanie ich za pomocą młotów do specjalnie na ten cel przygotowanych otworów (rys. 149), istniejących szczelin lub miejsc wyraźnego uwarstwienia względnie łupliwości. Podobne zastosowanie ma również łom czyli

drag żelazny, przy czym wbity w skałę służy on również jako dźwignia do wyważenia odpajanych brył.

Szpicak czyli żelazko (rys. 151) i młotek czyli perlik służyły ongiś, gdy roboty strzelnicze jeszcze nie były znane, do urabiania skał twardych. Robotnik, trzymając w lewej ręce żelazko, prawą pobijał

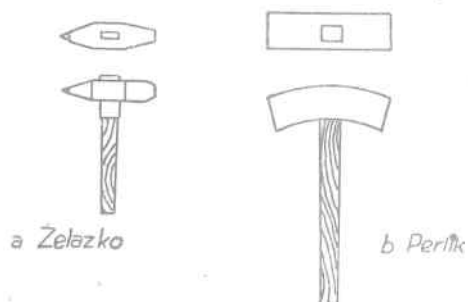


Stary chodnik w skałę wykuty żelazkiem i młotkiem

Rys. 150

młotkiem, odłupując w ten sposób kawałeczki skał (rys. 150). Dziś robotę żelazkiem stosuje się tylko bardzo rzadko przy wykuwaniu gniazd lub wyrównywaniu ścian, jeżeli chodzi o staranne ich wykończenie.

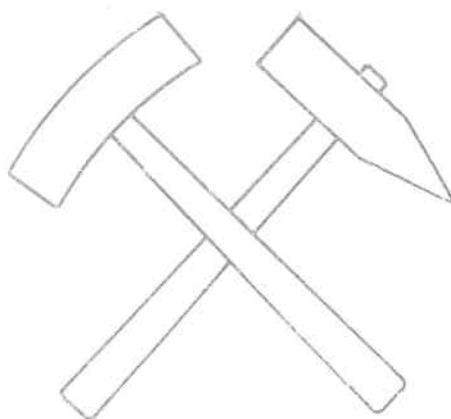
Żelazko i perlik są z dawien dawna godłem górnictwa (rys. 152).



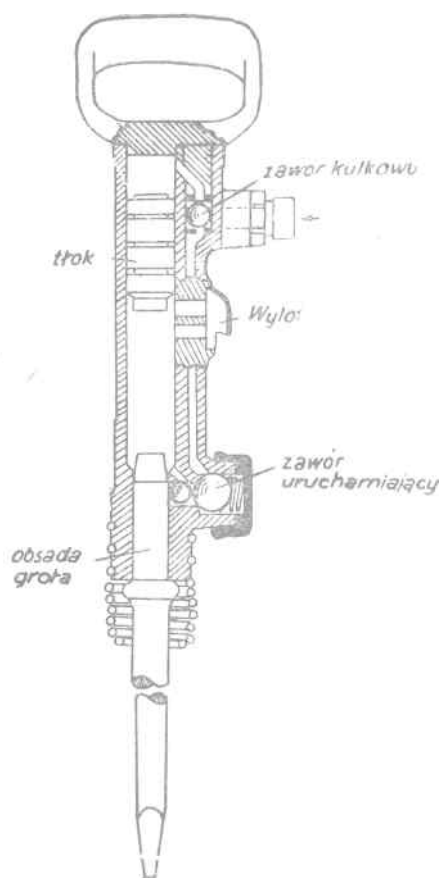
a Żelazko

b Perłik

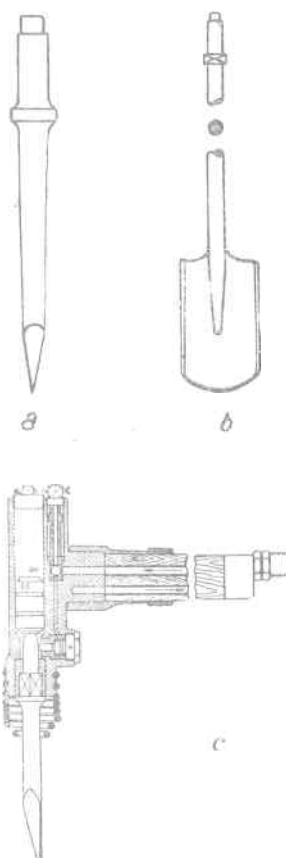
Żelazko i perłik
Rys. 151



Godło górnicze
Rys. 152



Młotek mechaniczny
Rys. 153

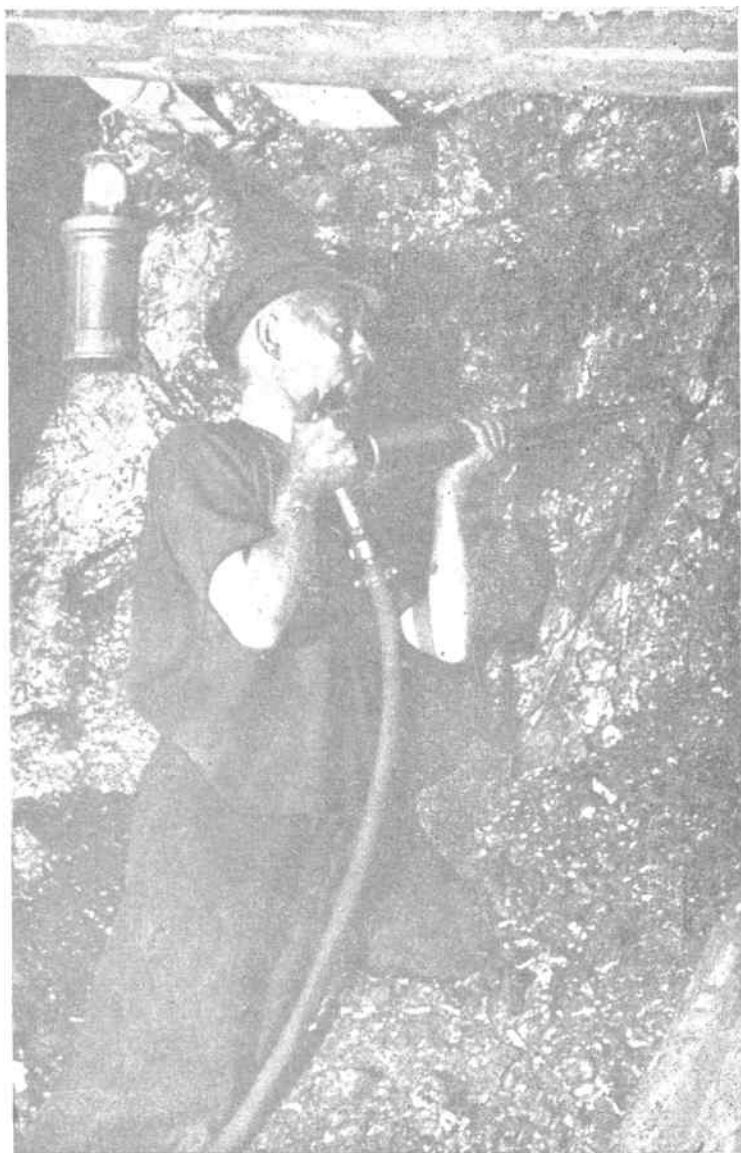


a — grot młotka mechanicznego
b — łopata młotka mechanicznego
c — kilo mechaniczny

Rys. 154

URABIANIE MECHANICZNE

Celem ułatwienia pracy robotnikowi i obniżenia kosztów stosowane są rozmaite narzędzia mechaniczne i maszyny napędzane sprężonym powietrzem lub elektrycznością.

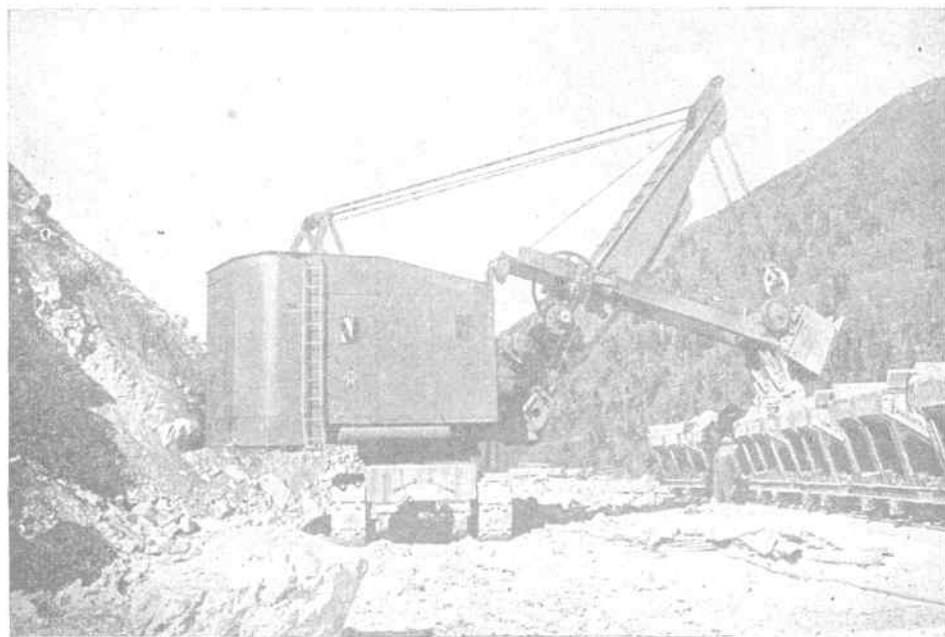


Odbijanie węgla młotkiem mechanicznym

Rys. 155

Przy urabianiu niezbyt twardego węgla stosowane są do rozbijania dużych brył a niekiedy i do wykonywania wrębu młotki mechaniczne (rys. 153) zastępujące kilofy i oskardy

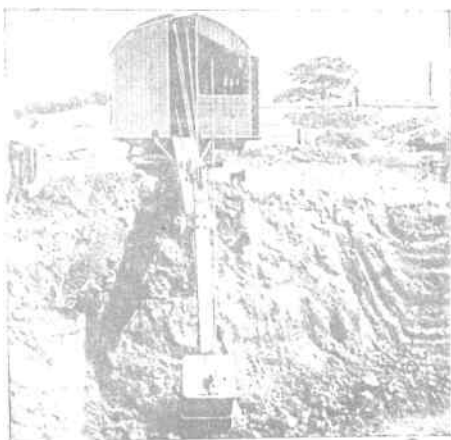
Młotek mechaniczny działa następująco: Przez przyciśnięcie ostrza do skały sprężone powietrze zostaje automatycznie wprowadzone do cylindra pod ciśnieniem 4 — 6 atmosfer; powoduje ono ruch tłoka tam i z powro-



Czerparka łyżkowa nadpoziomowa

Rys. 156

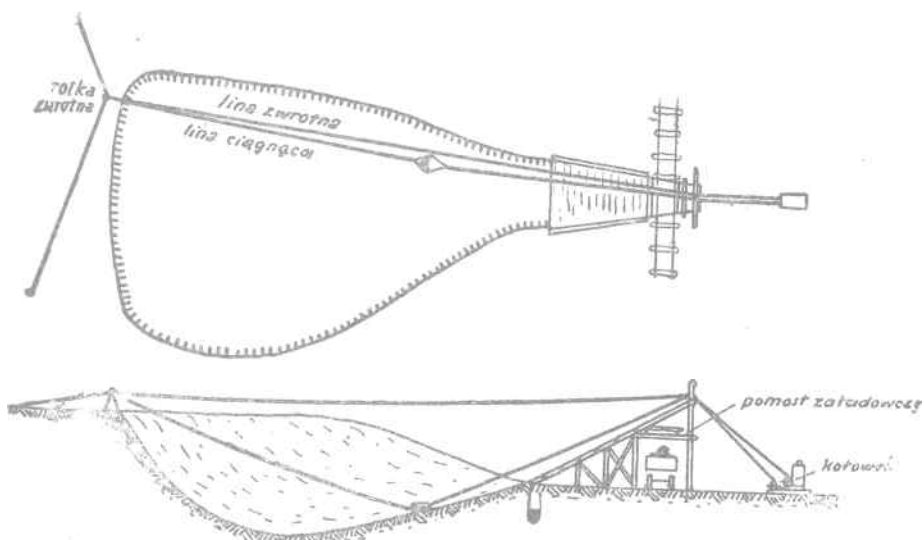
tem. Tłok, który służy tu jako młotek, uderza w głowicę grotu (rys. 154a) od 600 do 2000 razy na minutę. Zamiast grotów mogą być do młotków wstawiane ostrza w kształcie łopaty (rys. 154b) i wówczas młotek otrzymuje nazwę łopaty mechanicznej. Poza tym spotykane są również kilofy mechaniczne (rys. 154c), tzn. nieduże młotki mechaniczne osadzone na styliskach, podobnie jak zwykłe kilofy. Zużycie powietrza sprężonego po przera-chowaniu na ciśnienie 1 atmosfery wynosi średnio 1 m³/min. Ciężar młotka mechanicznego najczęściej około 8 kg. Na rys. 155 podajemy fotografię górnika pracującego młotkiem mechanicznym.



Czerparka łyżkowa podpoziomowa

Rys. 157

Czerparki, zwane również bagrownicami, ekskawatorami lub zgłębiarkami, są to maszyny stosowane przy masowym wydobyciu na robotach odkrywkowych skał sypkich i miękkich, a czasami i kruchych. Wszystkie czerparki możemy podzielić na jednoczerpakowe



Praca czerparki zgarniakową
Rys. 158



Czerpak zgarniarki
Rys. 159



Czerparka wieloczerpakowa podpoziomowa
Rys. 160

i wieloczerpakowe. Do jednoczerpakowych zaliczamy m. i. **czerparki łyżkowe** (koparki) i **czerparki zgarniakowe** (zgarniarki).

Czerparki łyżkowe (rys. 156 i 157) wynalezione zostały w USA w r. 1834. Roboczą częścią maszyny jest czerpak o pojemności 0,3 — 25 m³. Po nabraniu skały do czerpaka czerparka obraca się, urobek zaś wysypuje się do wagonów lub wozów. Czerparka porusza się bądź to po szynach, bądź też bezpośrednio po terenie na gąsienicach.

Zgarniarki czyli skrepery (rys. 158) mają urządzenie odmienne, a mianowicie czerpak (rys. 159) wlece się tu za pomocą lin po spodzie wyrobiska, przy czym odpowiednio zaostrome krawędzie czerpaka bądź to urabiają skałę, bądź też zagarniają urobek.

Czerparki wieloczerpakowe zbierają warstwę skały sypkiej za pomocą łańcucha bez końca z osadzonymi na nim niedużymi kubelkami (rys. 160).

Wydajność czerparek waha się w bardzo szerokich granicach zależnie od wymiarów czerpaków, mocy silników i własności urabianych skał. Wydajność czerparek małych wynosi od 30 m³ na godzinę, dużych — do 1000 m³ na godzinę.

WIERCENIE OTWORÓW STRZAŁOWYCH

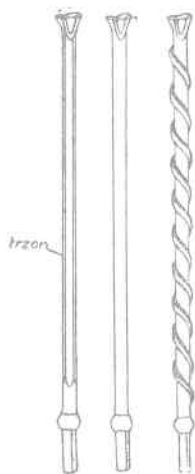
Dla umożliwienia wprowadzenia do urabianej skały ładunku materiału wybuchowego muszą być w niej wykonane otwory strzałowe. Wiercenie otworów może być wykonane sposobem uderowym lub obrotowym.

Wiercenie uderowe

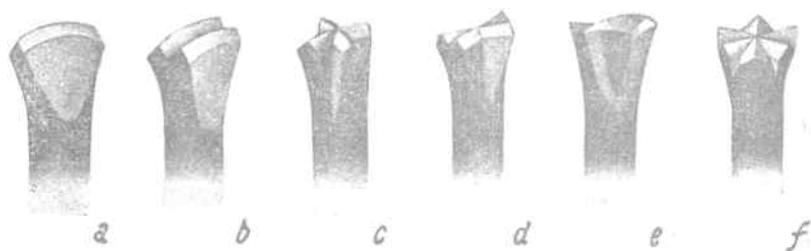
Wiercenie uderowe otworów strzałowych wykonuje się za pomocą dłuta (rys. 161), które składa się ze stalowego trzona grubości 20 — 30 mm lub więcej o przekroju okrągłym lub wielobocznym (wygodniejszym do trzymania w rękach), zakończonych ostrzem. Ostrze dłuta może mieć rozmaity kształt (rys. 162), a mianowicie może ono być pojedyncze *a*, podwójne *b*, krzyżowe *c*, kształtu litery „X” *d* lub „Z” *e* i koronkowe *f*. Komplikowanie kształtu ostrza ma na celu uniknięcie jego zaklinowania się w wypadku skał szczelinowatych. Ostrza pojedyncze stosuje się w skałach nie-szczelinowatych o mniejszej twardości; ostrza podwójne, krzyżowe, iksowe i koronkowe — w skałach coraz to twardszych; ostrza zetowe — w skałach kruchych (np. w węglu).

Wiercenie ręczne uderowe wykonuje się bądź to samym dłutem bądź też przy użyciu młota.

Przy wierceniu samym dłutem stosuje się długie (do 2,50 m) i ciężkie (do 12 kg) dłuta z ostrzami na jednym lub obu końcach (rys. 163). Ten sposób wiercenia stosowany jest głównie na robotach odkrywkowych przy wierceniu otworów pionowych lub stromo nachylonych. Podczas wiercenia robotnik podnosi dłuto na wysokość 20 — 30 cm ponad dno otworu i całą siłą rzuca je w dół. Przy podnoszeniu dłuta obraca je o pewien kąt, aby za każdym razem dłuto uderzyło w inne miejsce i wyrabiało okrągły otwór.



Dłuta
Rys. 161



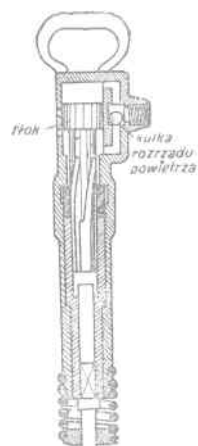
Ostrza dłut
Rys. 162



Dłuto z ostrzami na obu końcach
Rys. 163



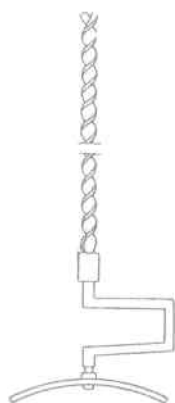
Laska wiertnicza
Rys. 164



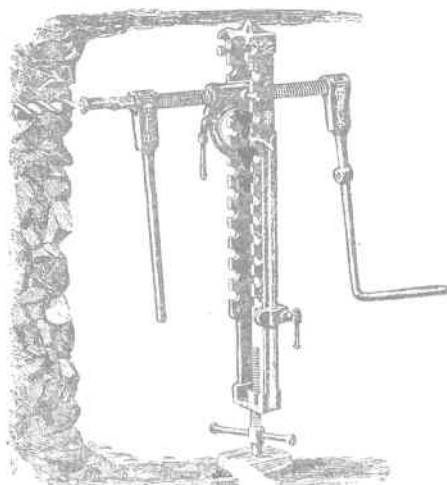
Wiertarka udarowa
Rys. 165



Świder spiralny
Rys. 166



Świder z korbą
Rys. 167



Wiertarka ręczna „Elliot”
Rys. 168

Przy wierceniu otworów w podziemnych kopalniach węgla używano tzw. laski wiertniczej (rys. 164) o długości 1,5 — 2,5 m, na której końcu znajduje się gniazdko kwadratowe do wstawiania dłuta o długości 0,15 — 0,35 m. Za pomocą laski wykonuje się otwory w różnych kierunkach. Podczas wiercenia górnik trzyma łaskę dwoma rękami i całą siłą uderza w skałę. Czas wiercenia 1 m otworu trwa 10—60 minut.

Wiercenie za pomocą dłuta i młota może być prowadzone przez jednego lub dwóch robotników. Jeżeli wiercenie wykonuje jeden robotnik, trzyma on dłuto (najlepiej o przekroju wielobocznym) w lewej ręce, a prawą uderza w nie młotem o wadze 0,5 — 1,5 kg. Jeżeli wierci dwóch robotników, jeden z nich trzyma dłuto, drugi uderza młotem o wadze 4—6 kg. Po każdym uderzeniu obraca się dłuto o pewien kąt.

Wiercenie mechaniczne udarowe wykonuje się za pomocą wiertarek napędzanych sprężonym powietrzem o ciśnieniu roboczym 4—6 atmosfer, albo też — bardzo rzadko — za pomocą elektryczności.

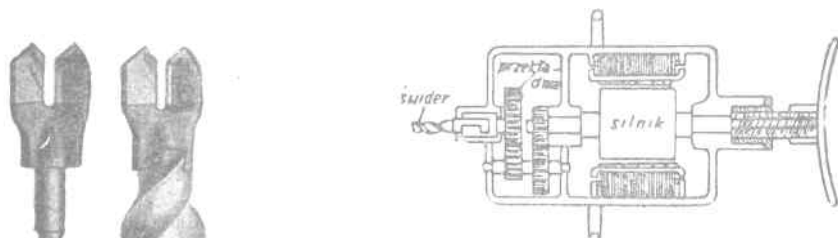


Wiercenie otworów w przodku wiertarką udarową
Rys. 169

Spośród wiertarek udarowych najczęściej używane są wiertarki młotkowe (rys. 165), w których szybko poruszający się tłok uderza w głowicę trzona dłuta. Wiertarka taka wykonuje 1300 — 2000 uderzeń na minutę. Podczas cofania się tłoka następuje automatycznie obrót dłuta o pewien kąt. Ciężkie wiertarki o wadze ponad 20 kg pracują z kolumn lub trójnogów, lekkie — o ciężarze 10 — 20 kg trzyma robotnik (rys. 169) w czasie pracy w rękach. Te ostatnie zużywają około 1 m³ powietrza na minutę.

Wiercenie obrotowe

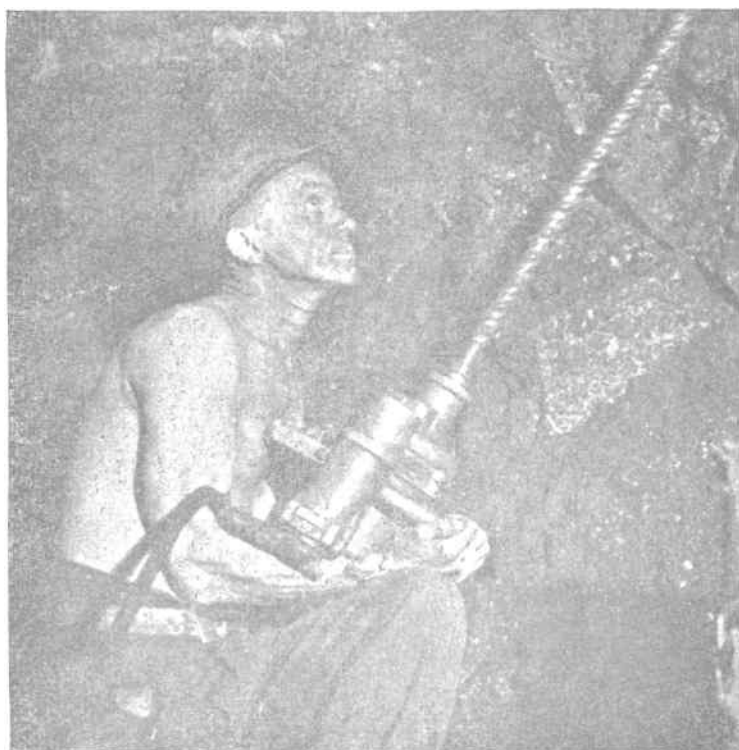
Wiercenie obrotowe wykonuje się za pomocą świderów spiralnych (rys. 166) z odpowiednio twardej stali. Wiercenie obrotowe stosuje się w skałach o stosunkowo niedużej twardości, a więc w ilach, węglu, soli



Wiertarka elektryczna pracująca z ręki
Rys. 171



Wiertło spiralne
z końcówką „Widia“
Rys. 170



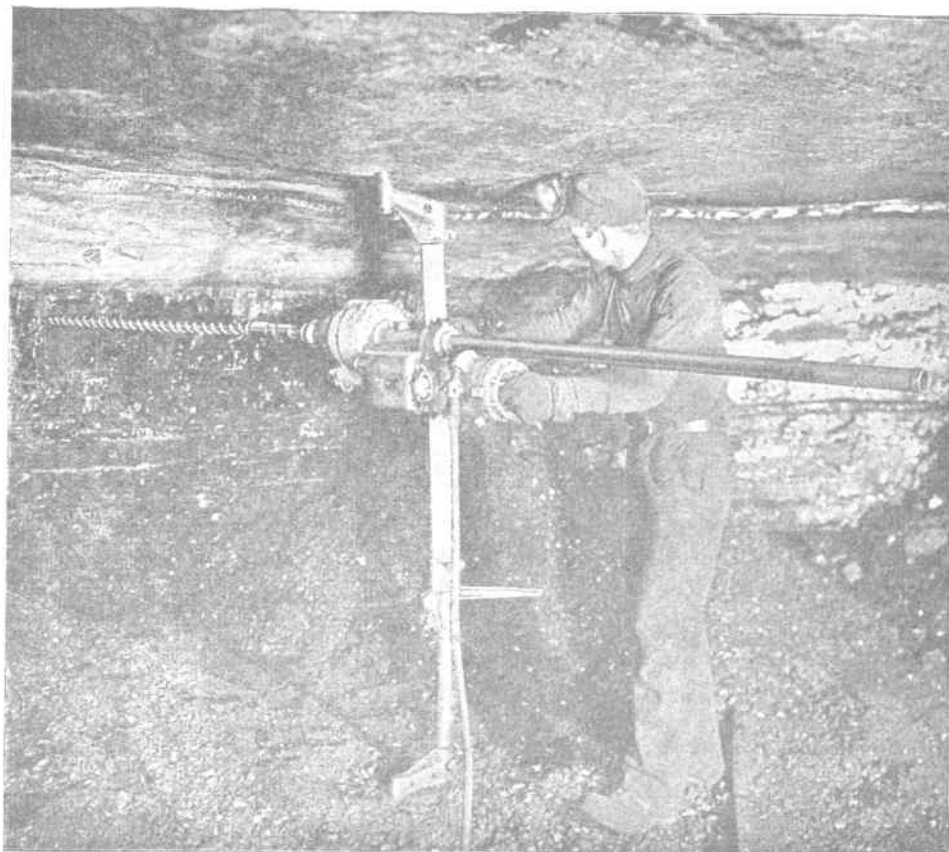
Wiercenie otworów w przodku wiertarką
obrotową z ręki
Rys. 172

itd., w skałach natomiast twardych i bardzo twardych korzystniejsze jest wiercenie udarowe.

Najprostszym przyrządem do wiercenia ręcznego w skałach miękkich jest zwykły świder spiralny lub świder zaopatrzony w korbę (rys. 167). Do ręcznego wiercenia w skałach twardszych (łupki, sól) stosowane są różne konstrukcje wiertarek (rys. 168). Do wiercenia

mechanicznego używa się świrdrów spiralnych (rys. 170) z wymiennymi raczkami (końcówkami) z bardzo twardych spieków (np. „widia”).

Wiercenie mechaniczne odbywa się przy pomocy wiertarek o napędzie elektrycznym (rys. 171) lub rzadziej — powietrznym. Wiertarka pracująca z ręki (rys. 172) o mocy 0,6 do 1 KM wykonuje około 300 obrotów



Wiertarka elektryczna pracująca z kolumny

Rys. 173

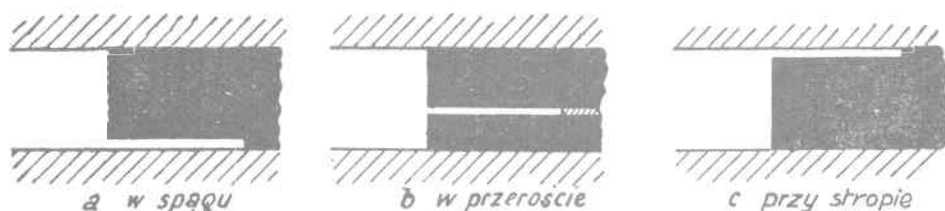
na minutę; postęp wiercenia w węglu wynosi około 1 metra na minutę; ciężar 12—16 kg. Wiertarki pracujące na kolumnie (rys. 173) posiadają napęd elektryczny o mocy 2,5 KM; dają one większy postęp wiercenia, jednak wymagają znacznej ilości czasu na przenoszenie i ustawienie.

WYKONYWANIE WRĘBU

Wrębem nazywamy wąską szparę (100—150 mm) wykonaną w skale w celu ułatwienia jej odstrzelenia. Wręb wykonuje się najczęściej w samym pokładzie (np. w węglu) równolegle do uwarstwienia, przy czym może się on znajdować w spodzie pokładu (rys. 174a) w jego środku (rys. 174b) lub przy stropie (rys. 174c). W rzadszych wypadkach wykonuje się wręb pionowy lub pod pewnym kątem do uwarstwienia. Ponieważ przy wykonywaniu wrębu powstaje rozdrobiony materiał, czyli wrębowiny, przeto dla uniknięcia niszczenia węgla wskazane jest wykorzystanie

mniej twardych przerostów skał płonnych i wykonanie wrębu w tych przerostach. W niektórych wypadkach wręb wykonuje się w skale płonnej pod lub nad pokładem.

Ręczne wykonanie wrębu za pomocą kilofa jest pracą bardzo ciężką i mało wydajną, toteż obecnie sposób ten jest bardzo rzadko stosowany.

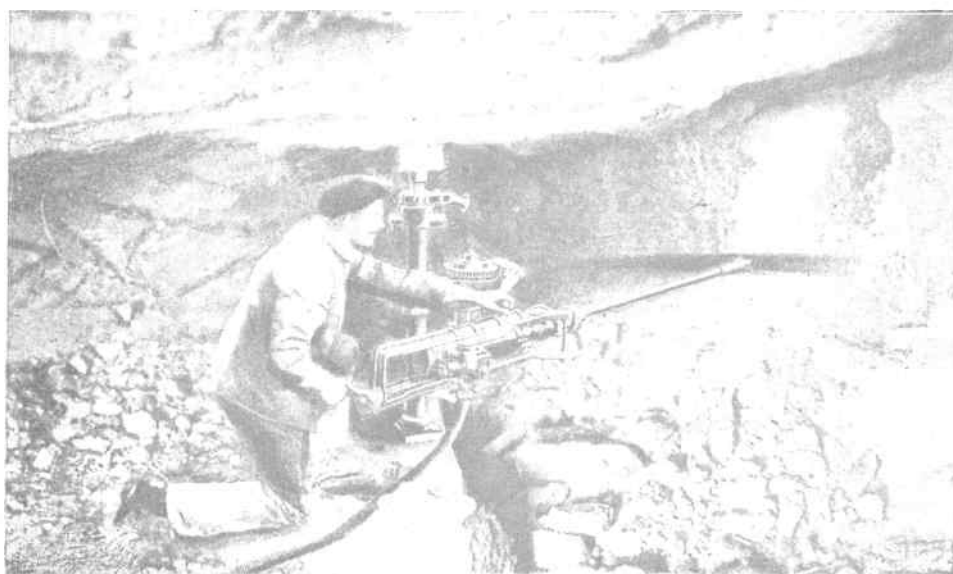


Rodzaje wrębów

Rys. 174

Przez wynalezienie maszyn wrębowych (krótko — wrębiarek) napędzanych sprężonym powietrzem lub elektrycznością, udało się wybitnie przyspieszyć pracę i podnieść wydajność. Ze względu na działanie maszyny wrębowe mogą być udarowe i żłobiące.

Wrębiarki udarowe (rys. 175) odbijają kawałki skały od calizny przez uderzenia żerdzi z odpowiednią koronką. Pod względem ko-

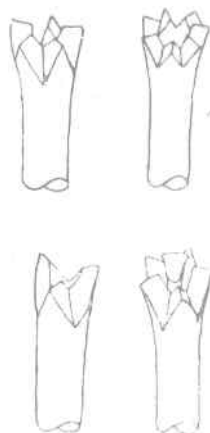


Wrębiarka udarowa

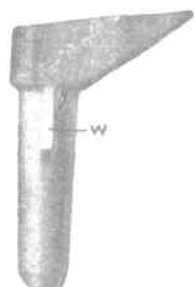
Rys. 175

strukcyjnym są one zbliżone do wiertarek udarowych powietrznych ciężkiego typu, pracujących z kolumny. Koronki posiadają 3 — 7 zębów (rys. 176), przy czym im twardsza jest skała, tym więcej powinno być zębów.

Całość wrębiarki osadza się na słupie (kolumnie) za pomocą tzw. sektora (rys. 178), dzięki któremu możliwy jest obrót maszyny w płas-



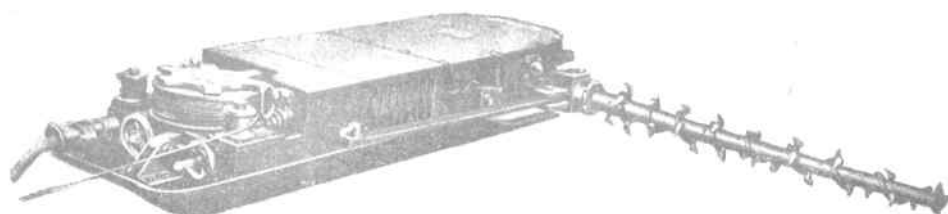
Koronki wrębiarki
udarowej
Rys. 176



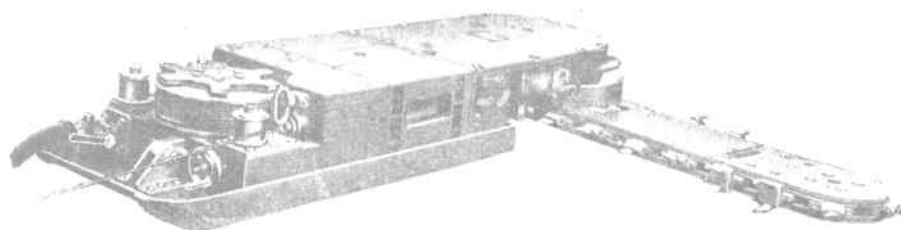
Wymienne noże
wrębiarki żerdziowej
Rys. 177



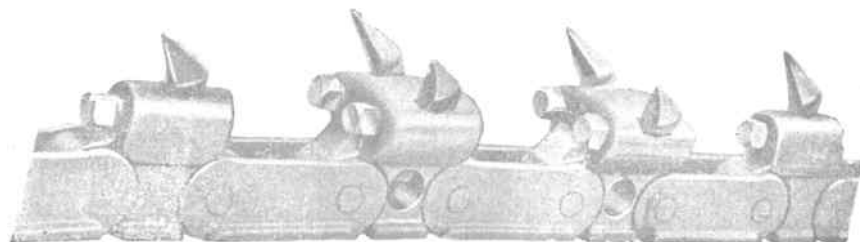
Sektor wrębiarki udarowej
Rys. 178



Wrębiarka żerdziowa
Rys. 179



Wrębiarka łańcuchowa
Rys. 180



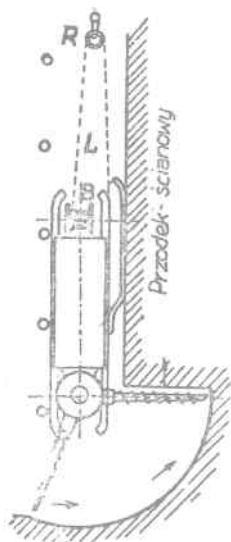
Wymienne noże wrębiarki łańcuchowej
Rys. 181

szczyźnie wrębu. Niezależnie od tego przez obrót śruby zaopatrzonej w korbę (rys. 175) uzyskuje się posuw wrębiarki naprzód.



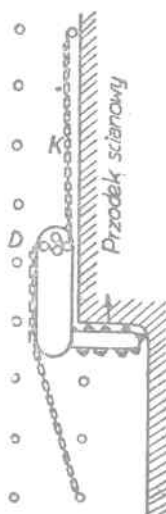
Wrębiarka łańcuchowa na ścianie

Rys. 182



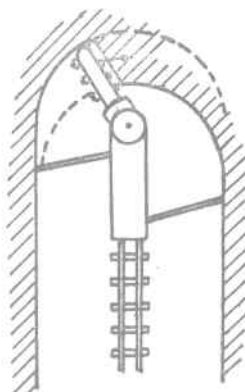
Posuwanie wrębiarki za pomocą liny

Rys. 183



Posuwanie wrębiarki za pomocą łańcucha

Rys. 184



Wrębiarka łańcuchowa chodnikowa

Rys. 185

Wrębiarki udarowe znajdują zastosowanie głównie do wykonywania wrębów w wyrobiskach mniejszej szerokości (chodniki, zabierki). W ciągu godziny maszyna wykonuje średnio 2 — 3 m² wrębu, zużywając 2 — 3 m³ powietrza na minutę.

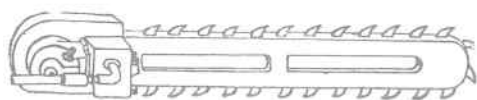
Wrębiarki żłobiące odrywają drobne kawałki skały za pomocą szybko poruszających się ostrych noży. Stosowane są głównie do wykonywania wrębów wzdłuż przodków ścianowych w pokładach mniejszej grubości (do 2,5 m). Mechanizmem żłobiącym może być **żerdź** lub **łańcuch** z osadzonymi na nich nożami. Wymienne noże wykonuje się z twardej stali, często z nakładkami z twardych spieków. Napęd wrębiarek żłobiących przeważnie elektryczny, rzadziej powietrzny.

Wrębiarki żerdziowe (rys. 179) posiadają żerdź o kształcie stożkowym zaopatrzoną w noże (rys. 177) i spiralę. W czasie pracy żerdź obraca się, noże tną węgiel, spirala zaś usuwa z wrębu wrębowiny.

Wrębiarki łańcuchowe (rys. 180) są najczęściej stosowane. Mechanizmem żłobiącym jest tu łańcuch bez końca z osadzonymi w gniazdkach nożami (rys. 181). Łańcuch porusza się w płaskiej ramie (wrębniku), którego oś w czasie pracy (rys. 182) ustawia się pod kątem prostym do osi maszyny; noże podcinają węgiel i usuwają wrębowiny.

Maszyny wrębowe umieszcza się na sankach, a posuwanie się ich po spągu pokładu wzdłuż przodka odbywa się bądź za pomocą liny *L* (rys. 183), przechodzącej przez krążek *R* i nawijanej w czasie ruchu na bęben *B* w przedniej części wrębiarki, bądź też za pomocą silnie naciągniętego łańcucha *K* (rys. 184), przechodzącego przez krążki zębate *D* napędzane silnikiem.

Głębokość wrębu 1,2—2,2 m i więcej; wydajność 70—90 m² wrębu na zmienną; ciężar wrębiarki około 2,5 ton; moc silnika 20—40 KM i więcej.



Pila węglowa
Rys. 186

Dla wykonania wąskich i płytkich (do 0,5 m) wrębów, zwłaszcza pionowych, stosuje się ręczne wrębiarki żłobiące, noszące nazwę **pił węglowych** (rys. 186). Wręby takie ułatwiają urabianie węgla za pomocą młotków mechanicznych.

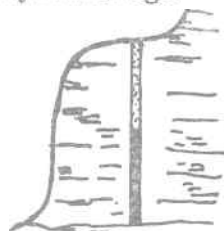
Maszyny żłobiące specjalnej konstrukcji stosowane są do wykonywania wrębów w chodnikach (rys. 185). W tym wypadku maszyna wykonuje wręb wprost z wózka, na którym jest umieszczona.

ROZMIESZCZENIE OTWORÓW STRZAŁOWYCH

Otworki strzałowe powinny być tak założone, ażeby po odstrzeleniu dały możliwie największą ilość urobku przy najmniejszym wkładzie pracy na wiercenie i możliwie małym zużyciu materiału wybuchowego.

Na robotach odkrywkowych przy prowadzeniu robót strzelniczych otworki wierce się przeważnie pionowo w dół, rozmieszczając je równolegle do przodka (rys. 187).

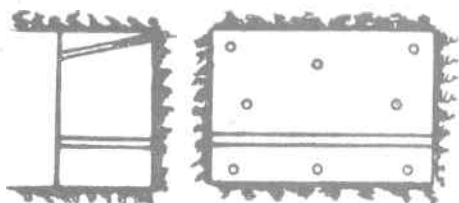
Taki układ otworów stosuje się przede wszystkim w skałach o poziomym uwarstwieniu. Znacznie rzadziej stosowane są otworki strzałowe poziome lub też kombinacja otworów pionowych i poziomych. Otworki poziome stosowane są często w kamieniołomach bazaltów, występujących w postaci pionowych luźno związanych słupów.



Rozmieszczenie otworów strzałowych na robotach odkrywkowych
Rys. 187

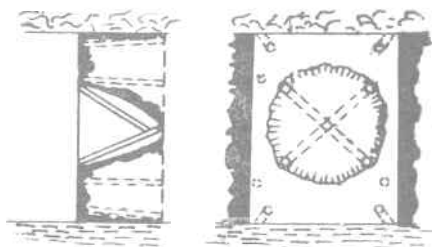
Wówczas materiał wybuchowy ma za zadanie poderwanie słupa, który następnie zwala się własnym ciężarem.

Na robotach podziemnych w wypadku stosowania wrębu zakłada się otwory równoległe do niego (rys. 188). Jeżeli wręb nie jest stosowany, pierwsze otwory mają na celu wykonanie włomu (rys. 189), który od-



Rozmieszczenie otworów strzałowych w przodku chodnika z wrębem

Rys. 188



Otwory włomowe

Rys. 189

grywa taką samą rolę jak wręb. Po odstrzeleniu tych otworów wierce się otwory dalsze, mniej lub więcej prostopadłe do powierzchni przodka.

GÓRNICZE MATERIAŁY WYBUCHOWE

Pod nazwą materiałów wybuchowych rozumiemy związki chemiczne lub ich mieszaniny, które są zdolne do szybkiej reakcji chemicznej (eksplozji) z równoczesnym wytworzeniem dużej ilości gazów i wysokiej temperatury.



Naboje prochu

Rys. 190

Większość materiałów wybuchowych eksploduje z szybkością powyżej 1000 m/sek, dochodząc nawet do 8000 m/sek. Tak szybką eksplozję nazywamy detonacją. Niektóre materiały wybuchowe (prochy) eksplodują ze znacznie mniejszą prędkością, wynoszącą kilkaset metrów na sekundę; eksplozję taką nazywamy wybuchem.

Ze względu na prędkość eksplozji wszystkie materiały wybuchowe dzielimy na dwie grupy:

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

Poza tym należy wyodrębnić materiały wybuchowe inicjujące, tj. zapoczątkowujące detonacje.

Prochy stanowią mieszaninę saletry, węgla i siarki (tzw. proch czarny oraz saletra strzelnicza). Zapalają się b. łatwo od płomienia lub iskry. Używane są w górnictwie podziemnym w postaci prasowanej (cylinderki z otworem w środku rys. 190), na robotach odkrywkowych — również i w postaci ziarnistej. Na wolnym powietrzu spalają się spokojnie, natomiast w zamkniętej 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 dy-

namitów jest, że mogą one wybuchnąć na skutek uderzenia lub tarcia, a poza tym w stanie zamrożonym, co następuje już przy temperaturze $+ 8^{\circ}$, są one bardzo niebezpieczne w użyciu. Dużą zaletą dynamitów jest ich niewrażliwość na działanie wody, wskutek czego mogą one być używane 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.

Materiały powietrzne dopuszczone są również i w kopalniach, w których możliwe są wybuchy pyłu węglowego. Oprócz tych materiałów mamy również tzw. materiały wybuchowe węglowe, które zabronione są wprowadzić w kopalniach gazowych, ale dopuszczone w kopalniach z wybuchowym pyłem węglowym. Wadą amonitów jest duża ich higroskopijność, a wskutek tego opakowanie nabojęw musi być parafinowane; przechowywanie — tylko w suchych miejscach.

Amonity używane są w stanie luźnym sproszkowanym. Pakowane one są w formie nabojęw o ciężarze najczęściej 100 g do paczek 1 — 2,5 kilogramowych; paczki te umieszcza się następnie w skrzynkach o zawartości 25 kg.

W kopalniach używane są czasami materiały wybuchowe otrzymywane przez nasycenie **skroplonym tlenem** (ciekłym powietrzem) substancji palnych (sadza, węgiel drzewny, mączka drzewna itp.). Nasycenie nabojęw ciekłym powietrzem odbywa się przed nabijaniem i strzelaniem w samym przodku.

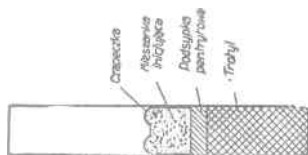
Ostatnio czynione są próby rozsadzania skał zamiast materiałami wybuchowymi ciekłym bezwodnikiem kwasu węglowego CO_2 — metoda „Cardox” lub sprężonym powietrzem — metoda „Airdox”. Metody te są szczególnie bezpieczne w kopalniach gazowych.

Materiałami wybuchowymi **inicjującymi** są piorunian rtęci i azotek ołowiu. Materiały te są nadzwyczaj wrażliwe na zapalenie, uderzenie i tarcie, pod których wpływem bardzo łatwo eksplodują i wywołują detonację właściwych materiałów wybuchowych.

ŚRODKI ZAPALCZE

Do wywołania wybuchu prochów wystarczy samo tylko ich zapalenie w otworze strzałowym, detonacja natomiast materiałów kruszących następuje na skutek eksplozji spłonki czyli małego ładunku materiału inicjującego. Zapalenia prochów lub spłonki dokonuje się za pomocą lontów lub zapalników elektrycznych.

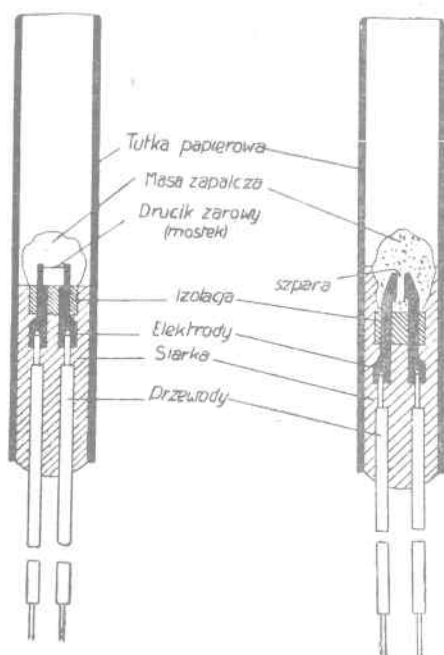
Spłonka (rys. 191) składa się z łuski miedzianej (przy spłonkach piorunianowych) lub aluminiowej względnie cynkowej (przy azotkowych); wewnątrz niej znajduje się mały ładunek materiału inicjującego.



Spłonka
Rys. 191

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 rozróżniamy lonty z wykłączyczyli wolnopalne o rdzeniu z prochu czarnego i prędkości palenia około 1 cm/sek oraz lonty detonujące o rdzeniu z kruszącego materiału wybuchowego i prędkości palenia (ściśle — detonacji) kilku kilometrów na sekundę. Lonty detonujące zapala się za pomocą spłonek i lontu zwykłego.

Zapalniki elektryczne składają się z masy zapalczą, stanowiącej tzw. główkę zapalnika, połączonej z przewodami (drutami) elektrycznymi. Zapalnik mieści się w cienkiej tulejce tekturowej (rzadziej w rurce metalowej), do której wkłada się spłonekę otwartym końcem w stronę zapalnika. Zależnie od konstrukcji rozróżniamy zapalniki mostkowe (rys. 192), w których rozżarza się drucik (mostek), oraz zapalniki szparowe (rys. 193), w których rozżarza się wprost masa zapalcza.



Zapalnik mostkowy
Rys. 192

Zapalnik szparowy
Rys. 193



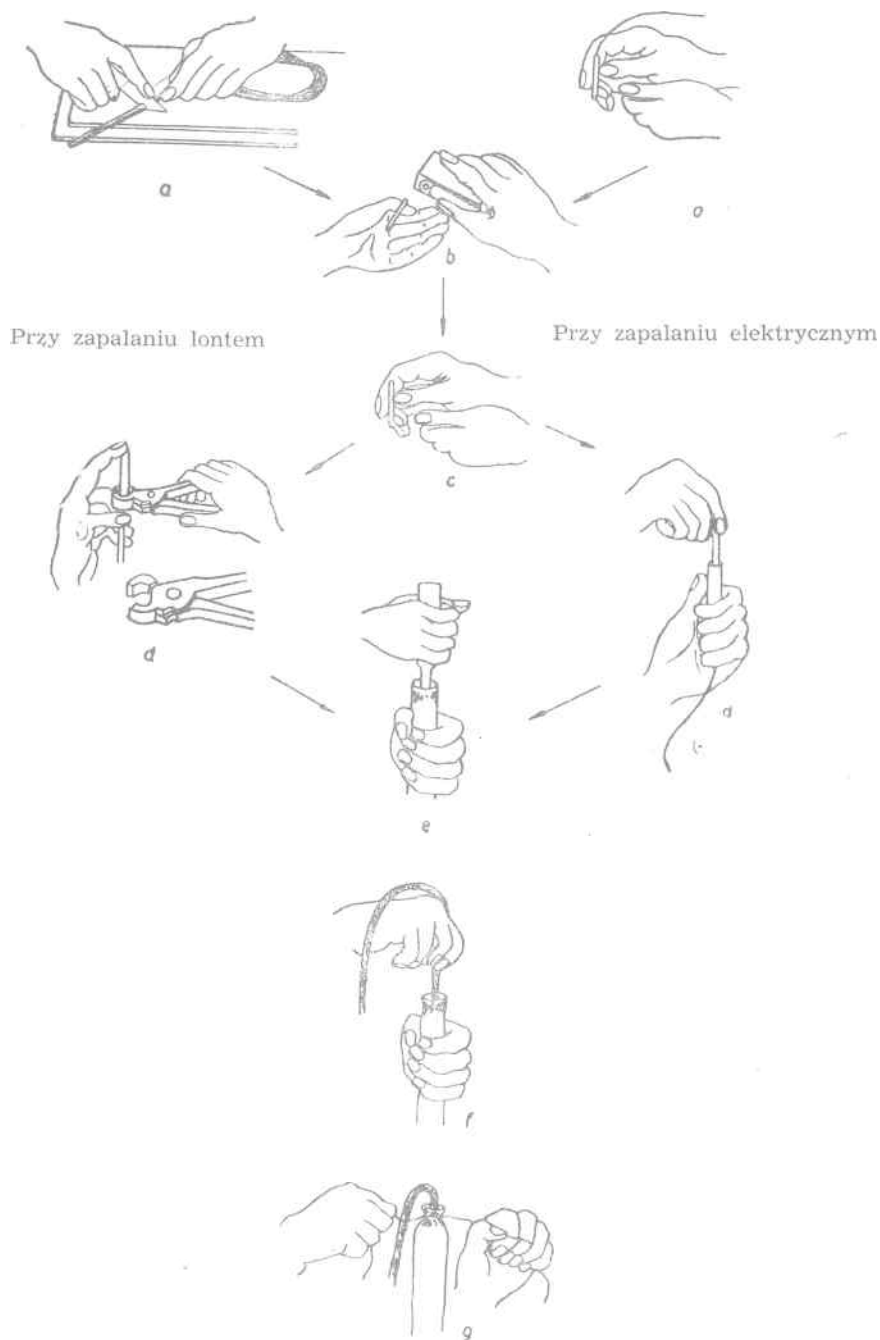
Zapalarka elektryczna
Rys. 194

Źródłami prądu dla zapalników elektrycznych są najczęściej tzw. zapalarki (rys. 194) czyli specjalne małe prądnice, w których prąd powstaje przy szybkim obrocie korbki *a*. W wypadkach masowego strzelania używa się prądu z sieci elektrycznej.

Używanie, transport i przechowywanie materiałów wybuchowych i środków zapalczycych oraz niszczenie materiałów zepsutych i niezdalnych do użytku odbywa się według specjalnych przepisów pod kontrolą władz górniczych.

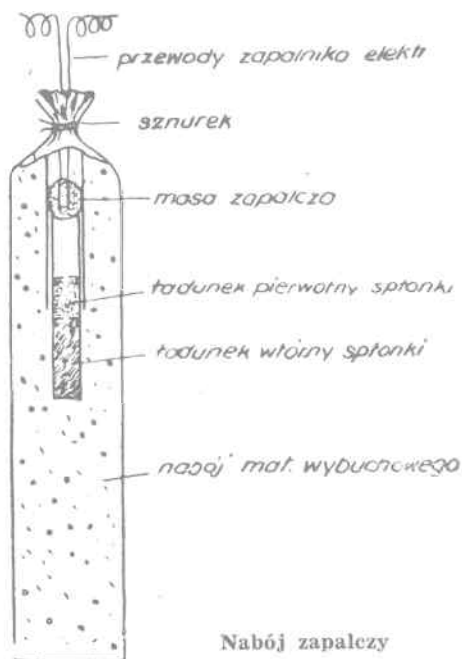
NABIJANIE I STRZELANIE

Przed przystąpieniem do nabijania otworu ładunkiem materiału wybuchowego musi być wykonany nabój zapalczy, tj. nabój zaopa-



Uzbrajanie naboju zapalczego
Rys. 195

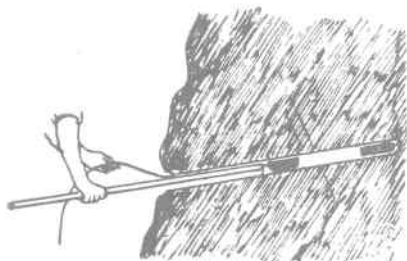
trzony (uzbrojony) w środek zapalczy. Nabój zapalczy w wypadku prochu prasowanego wykonuje się przez nacięcie lontu wolnopalnego w kilku miejscach i umieszczenie go w gotowym otworze cylinderków prochu, jak to pokazane jest na rys. 190.



Nabój zapalczy

Rys. 196

Celem osiągnięcia dobrego działania ładunku (ważne zwłaszcza przy prochach) otwór po załadunku powinien być zamknięty przez wykonanie przybitki z materiałów luźnych (np. piasek, pył kamienny) lub plastycznych (głina, il). Przybitkę wprowadza się do otworu częściami; pierwsze jej partie przyciska się lekko nabijakiem, dalsze zaś ubija się coraz silniej.



Ładowanie otworu strzałowego

Rys. 197

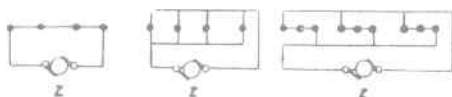
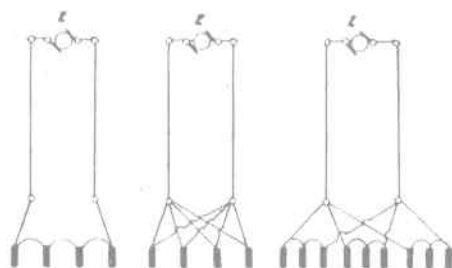


Ładowanie otworu strzałowego

Rys. 198

Po nabiciu otworów w wypadku strzelania elektrycznego należy druty zapalników połączyć ze sobą oraz z przewodami (kabel-

kami) elektrycznymi. Jeżeli ładunki umieszczone w otworach mają być odstrzelone równocześnie, łączy się je ze sobą szeregowo (rys. 199), równoległe (rys. 200) lub grupowo (rys. 201). Najczęściej stosowane jest połączenie szeregowe, gdyż jest ono najprostsze i najłatwiejsze do wykonania.



Łączenie zapalników

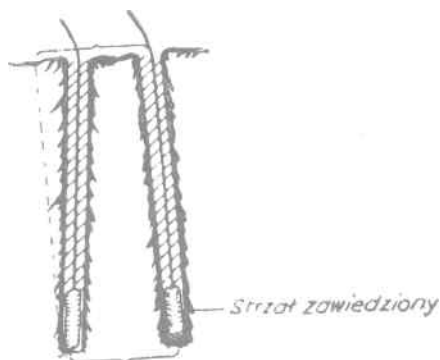
szeregowo
Rys. 199

równoległe
Rys. 200

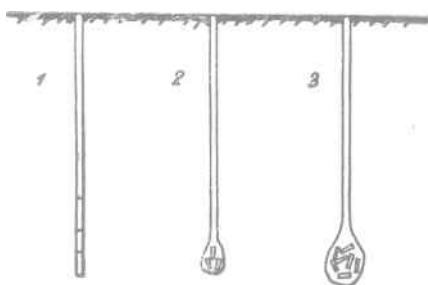
grupowe
Rys. 201

Po wykonaniu powyższych robót daje się sygnał do opuszczenia przodka i usunięcia ludzi w bezpieczne miejsce. Miejscem takim na dole kopalni jest boczny chodnik. Na robotach odkrywkowych bądź to urządza się schrony, bądź też usuwa się ludzi na odległość około 300 metrów i ustawia się posterunki na wszystkich drogach wiodących do miejsca strzelania. Na robotach odkrywkowych strzałowy podaje za pomocą trąbki trzy sygnały; pierwszy — dla usunięcia ludzi, drugi — bezpośrednio przed strzelaniem i trzeci — po strzałach.

Po zabezpieczeniu dostępu do miejsc zagrożonych przystępuje się do odpalenia ładunków. Przy strzelaniu za pomocą lontów zapala się je lampą, knotem, zapalką itp. Długość zapalanych lontów nie powinna być mniejsza od 1 metra, aby zapalający miał czas skryć się w bezpieczne miejsce. Strzelanie elektryczne wykonuje strzałowy z ukrycia (np. schronu).



Usuwanie strzałów zawieszonych
Rys. 202

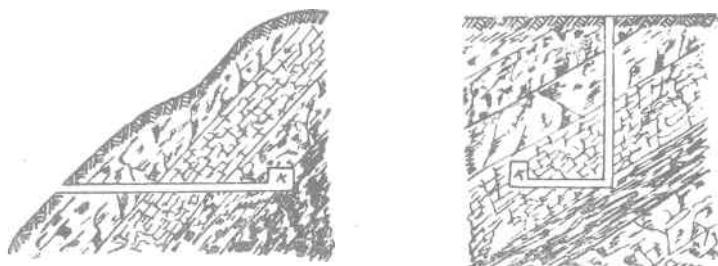


Poszerzanie dna otworu strzałowego
Rys. 203

Jeżeli zapalony ładunek nie odejdzie, wówczas obowiązuje czekanie 15 minut. Strzał zawieszony tzn. taki, przy którym nie został odstrzelony ładunek, usuwa się w ten sposób, że obok niego wierci się

drugi otwór, nabija go i odpala (rys. 202). Po odstrzeleniu urobek powinien być przeszukany, czy nie pozostał w nim materiał wybuchowy, a zwłaszcza spłonka.

W nowszych czasach zaczęto stosować na robotach odkrywkowych strzelanie masowe za pomocą bardzo dużych ładunków, które umieszcza się bądź to w otworach o rozszerzonym dnie (rys. 203), bądź też w komorach (rys. 204). W pierwszym wypadku



Strzelanie komorowe

Rys. 204

odwiercony otwór przestrzeliwuje się kilkakrotnie mniejszymi ładunkami (rys. 203), po czym ładuje się do niego kilkadziesiąt lub więcej kilogramów materiału wybuchowego. W drugim wypadku wykonuje się robotą



Odstrzał komorowy ładunku. 2200 kg materiału wybuchowego.

Uzyskano 12 000 ton urobku

Rys. 205

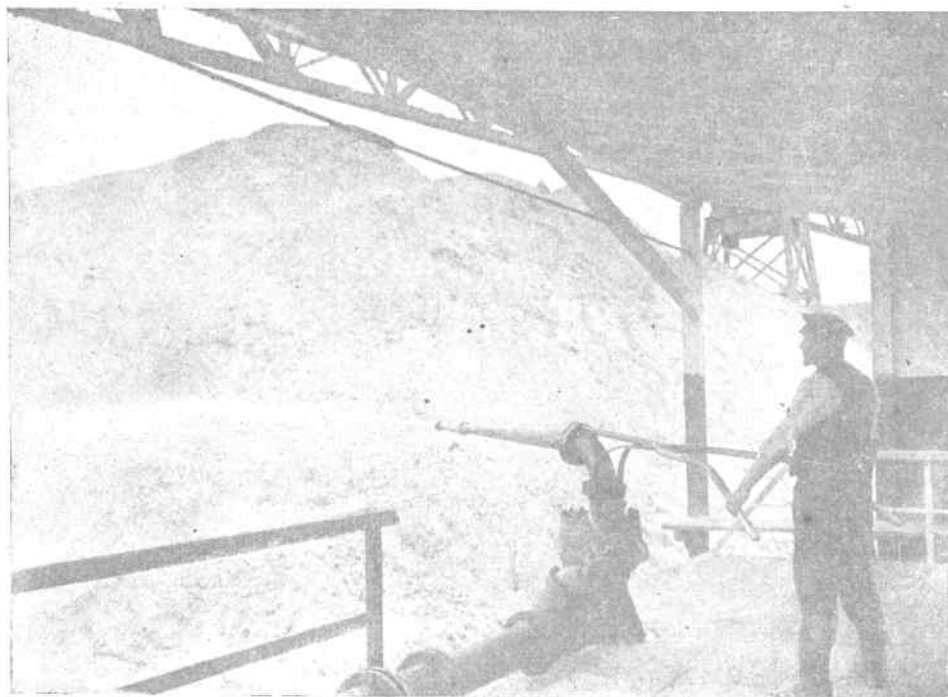
górnictw specjalne sztonie lub szybiki, zakończone komorą *K*, w której umieszcza się nieraz tysiące kilogramów materiału wybuchowego. Przy strzelaniu masowym uzyskuje się ogromne ilości urobku (rys. 205).

URABIANIE ZA POMOCĄ WODY

Przy urabianiu za pomocą wody wykorzystuje się bądź to dynamiczne jej działanie, bądź też fizyczne lub chemiczne.

Dynamiczne działanie stosuje się przy rozmywaniu skał wodą. Sposobem tym urabia się piaski złotonośne oraz złoża cyny, usuwa się niekiedy nadkład oraz urabia się piasek dla podszadki płynnej. Istota tego sposobu polega na tym, że strumień wody pod ciśnieniem 10 — 20 i więcej atmosfer skierowuje się z tzw. monitorów (rys. 206) na dolną część przodka (skarpy); skałę rozmywa się do tego stopnia, że górna część przodka usuwa się, urobek zaś zostaje uniesiony przez wodę do miejsca przeznaczenia kanałami, żłobami lub rurami.

Działanie fizyczne wody znalazło zastosowanie przy wyłamywaniu dużych brył kamienia (monolitów) np. na kolumny itp. Wykorzystuje się w tym wypadku własność zwiększania objętości wody przy zamarzaniu.



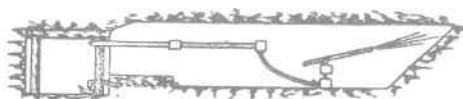
Monitor w pracy

Rys. 206

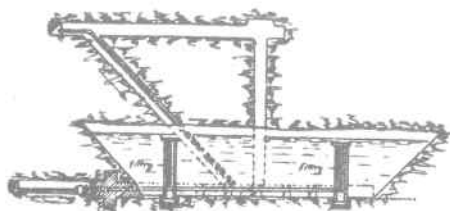
Robotę prowadzi się w sposób następujący: Na granicy przeznaczonego do oderwania od calizny monolitu wierci się w pewnej odległości od siebie szereg otworów, napełnia się je wodą, szczelnie zatyka korkami drewnianymi i pozostawia na działanie mrozu. Przy zamarzaniu wody skała pęka wzdłuż otworów. Sposób ten możliwy jest do zastosowania tylko w zimie i w krajach, gdzie panują duże mrozy.

Oprócz tego wykorzystuje się również zdolność suchego drewna do pochłaniania wody i pęcznienia. W tym celu do otworów wbija się dobrze dopasowane kliny z miękkiego i zupełnie suchego drewna, a następnie polewa się je wodą. Skała pęka wzdłuż szeregu otworów.

Chemiczne działanie wody stosowane jest często przy eksploatacji złóż soli, przy czym wykorzystuje się zdolność rozpuszczania soli w wodzie. W ten sposób prowadzone jest zarówno pędzenie wyrobisk przy użyciu odpowiednich natrysków (rys. 207), jak i sama eksploatacja soli przez ługowanie, na skutek czego powstają dużych wymiarów komory zw. ługowniami (rys. 208). Często również eksploatację soli prowadzi się za pomocą otworów wiertniczych, wierconych z powierzchni ziemi. Do otworów tych przez jedną rurę wtlacza się wodę, przez drugą zaś wypływa solanka (rys. 209).



Pędzenie chodnika w soli za pomocą natrysków
Rys. 207



Ługownia
Rys. 208



Ługowanie soli za pomocą otworów wiertniczych
Rys. 209

URABIANIE ZA POMOCĄ OGNIA

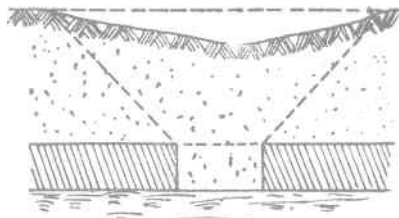
Urabianie skał przez ogrzewanie znane jest już od najdawniejszych czasów; polega ono na tym, że płomień rozłożonego w przodku ogniska ogrzewa skałę, co prowadzi do jej rozszerzania i powstawania spękań i szczelin. Skała spękana może być następnie urabiana za pomocą kilofa. Celem zwiększenia skutku ogrzania skały polewało się ją jeszcze wodą. Ponieważ urabianie takie posiadało szereg wad, jak konieczność usuwania robotników z przodka, niebezpieczeństwo pożarów obudowy i duże koszty, sposób ten został już dawno zarzucony.

Przed wojną przeprowadzono próby w kopalniach rud w Czechach, stosując do ogrzewania skał specjalne palniki naftowe lub gazowe, nie dające dymu ani też szkodliwych dla zdrowia gazów spalinowych.

W ostatnich latach daje się zauważyć bardzo duże zainteresowanie tzw. podziemną gazyfikacją pokładów węgla. Sposób ten polega na podpaleniu pokładu węglowego i wykorzystaniu gazów spalinyowych oraz produktów suchej destylacji. Sposób ten po raz pierwszy zastosowano przed wojną na terenie ZSRR.

12. OBUDOWA WYROBISK PODZIEMNYCH

Skały zalegające w głębi ziemi znajdują się pod wpływem ciśnienia warstw wyżej leżących. Wykonanie wyrobiska w tych skałach narusza istniejący stan równowagi i wywołuje ruch skał. Przy skałach luźnych, sypkich (rys. 210) i kruchych (rys. 211) wykonane wyrobisko zostaje zasypane lub zawalone; przy skałach plastycznych — zagniecione, np. strop schodzi się ze spągami (rys. 212); przy skałach mocnych strop może się utrzymywać nad wyrobiskiem nawet znacznych wymiarów przez dłuższy czas bez jakiegokolwiek podtrzymania (rys. 213). Celem zabezpie-

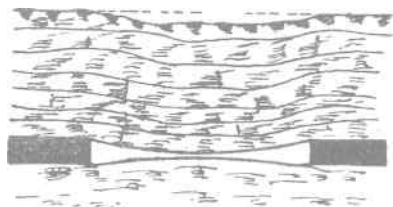


Zachowanie się stropu
w skałach sypkich
Rys. 210

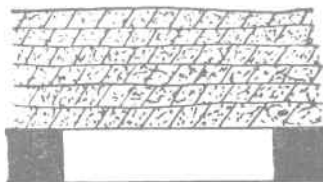


Zachowanie się stropu
w skałach kruchych
Rys. 211

czenia wyrobiska przed ruchami skał lub obrywaniem się ich z piętra lub ścian stosuje się odpowiednie wzmocnienie wyrobisk za pomocą obudowy. Dobra obudowa jest niezmiernie ważnym warunkiem do zapewnienia bezpieczeństwa pracy, gdyż — jak wykazuje statystyka — około 40% ogólnej liczby wypadków powstaje wskutek złej obudowy. Toteż na



Zachowanie się stropu
w skałach plastycznych
Rys. 212



Zachowanie się stropu
w skałach mocnych
Rys. 213

wykonanie obudowy, zwłaszcza w kopalniach węgla, zwraca się szczególną uwagę. W niektórych wypadkach przy eksploatacji złóż soli i rud udaje się uniknąć w ogóle obudowy, dzięki dużej wytrzymałości skał.

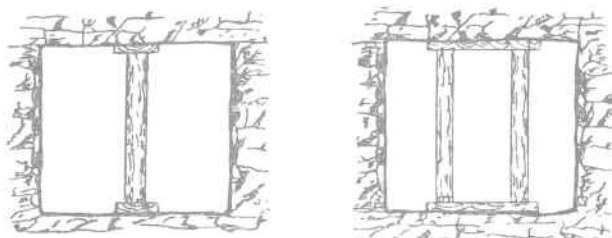
OBUDOWA WYROBISK PRZYGOTOWAWCZYCH

Obudowa chodników i pochylni, a więc dróg transportowych, wentylacyjnych i innych, może być wykonana z drewna, żelaza, cegły, kamienia, betonu lub żelbetu.

Obudowa drewna

Materiałem stosowanym na kopalniach jest przeważnie sosna, a to ze względu na jej dostateczną wytrzymałość i stosunkowo niską cenę; rzadziej używa się drewna dębowego, które jest wprawdzie znacznie trwalsze i wytrzymałe, ale równocześnie i droższe. Przed wojną zużycie drewna kopalnianego w naszym zagłębiu węglowym wynosiło przeszło 1 000 000 m³ rocznie.

Wadą drewna jest jego skłonność do psucia się pod wpływem ciepłego i wilgotnego powietrza, kwaśnych wód kopalnianych i rozwoju drobno-ustrojów (grzyby drzewne). Celem zabezpieczenia drewna przed psuciem stosuje się czasami pokrywanie lub nasycanie (impregnacja) różnymi substancjami.



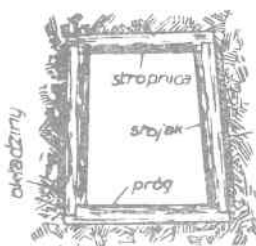
Obudowa stojakami

Rys. 214



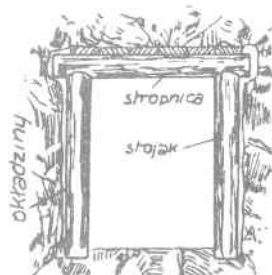
Obudowa stropnicami

Rys. 215



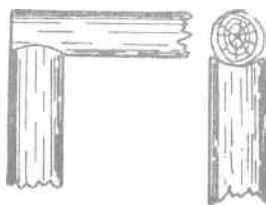
Odrzwia pełne

Rys. 216



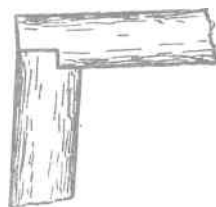
Odrzwia zwykłe

Rys. 217



Wiązanie polskie

Rys. 218



Wiązanie niemieckie

Rys. 219

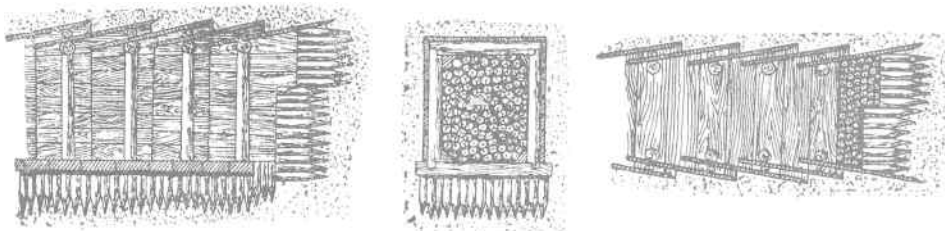
Na obudowę używa się przeważnie drewna okrągłego tzw. kopalniaków o średnicy 10 — 30 cm i długości od 0,5 do 6 (rzadziej do 10) metrów. Poza tym stosuje się połowice, okrajki, deski i kantówki.

Obudowa chodników za pomocą samych stojaków (słupów, „stempli”), jak to jest pokazane na rys. 214, lub też samych stropnic („kap” — rys. 215) stosowana jest stosunkowo rzadko. Zasadniczym kształtem obudowy drzewnej są odrzwia. Mogą one być pełne (rys. 216),

tj. składające się ze stropnicy, dwóch stojaków i progu oraz okładzin (feli), czyli desek lub połowic ułożonych na stropnicach, a niekiedy i za stojakami wzdłuż osi chodnika. Częściej używane są odrzwia zwykłe (niepełne — rys. 217), składające się tylko ze stropnicy i 2 stojaków oraz ewentualnie okładzin.

Łączenie stropnic i stojaków ze sobą odbywa się na wiązania, czyli zamki. Najczęściej spotyka się u nas wiązania polskie (rys. 218) i niemieckie (rys. 219).

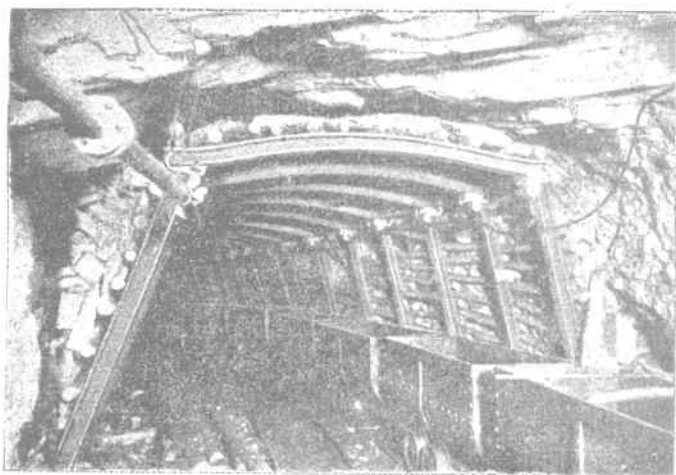
Obudowa wbijana (rys. 220) używana jest w wypadkach pędzenia wyrobisk w skałach sypkich (np. piasek) lub ciekłych (kurzawka), których obnażenie nawet na niewielkiej przestrzeni jest niemożliwe. W takim wy-



Obudowa drzewna wbijana

Rys. 220

padku obudowa powinna wyprzedzać wybieranie urobku, a to przez wbijanie okładzin o długości 1,2 — 1,5 m z desek lub żerdzi, aby zabezpieczyć wyrobisko przed zawalem.



Obudowa żelazna chodników

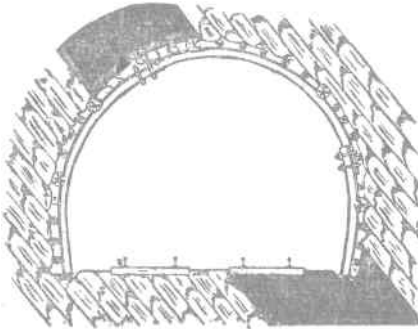
Rys. 221

Obudowa żelazna

Obudowa żelazna (rys. 221 i 222) znajduje w ostatnich czasach coraz szersze zastosowanie. Jest ona wprawdzie znacznie droższa od obudowy drzewnej, ale równocześnie znacznie trwalsza i wytrzymuje nawet bardzo duże ciśnienie.

Obudowa murowa

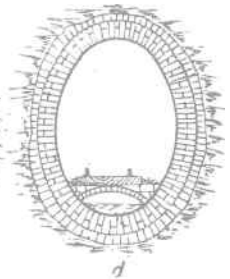
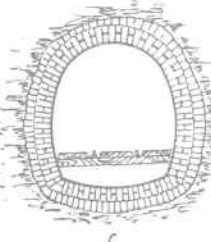
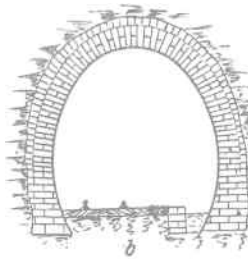
Obudowa murowa (rys. 223) wykonywana jest z cegieł lub betonitów (rys. 224), łączonych ze sobą na zaprawie cementowej rzadziej wapiennej. Obudowę murową wykonuje się zasadniczo w kształcie sklepień. Grubość



Obudowa żelazna chodników

Rys. 222

murowa wynosi najczęściej do 2 cegieł. Obudowę taką stosuje się tylko w wyrobiskach, które mają służyć przez długi czas (rys. 225), toteż ma ona charakter obudowy stałej. W czasie pędzenia tych wyrobisk ustawia



Obudowa murowa chodników

Rys. 223

się obudowę tymczasową drewnianą, którą podczas wykonywania muru usuwa się.

Obudowa betonowa

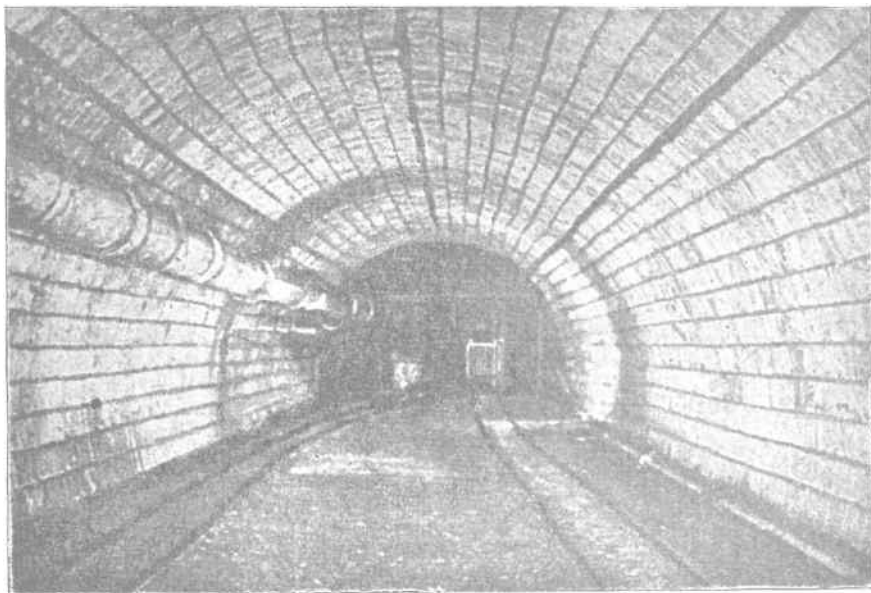
Obudowa betonowa w dzisiejszych czasach wypiera obudowę z cegieł. Beton, stanowiący mieszaninę cementu, piasku, tłuczni i wody, ubija się między ścianami wyrobiska i deskowaniem (rys. 227). Grubość muru — 30 —



Betonit

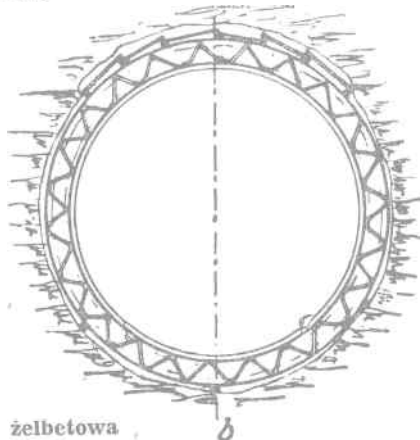
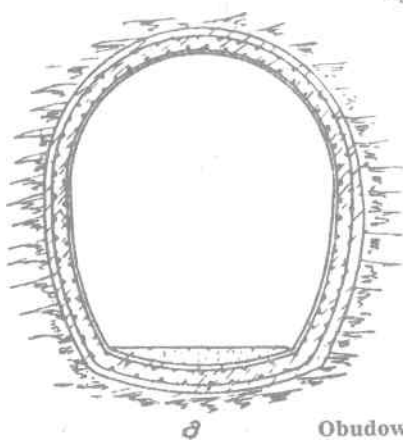
Rys. 224

40 cm. Oprócz tego dla zabezpieczenia ścian chodników przed działaniem atmosferycznym stosuje się beton narzucany (torkretowanie),



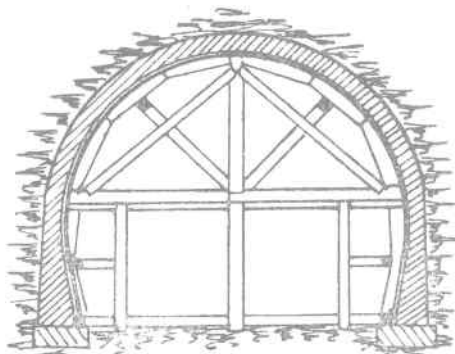
Obudowa chodnika z betonitów

Rys. 225



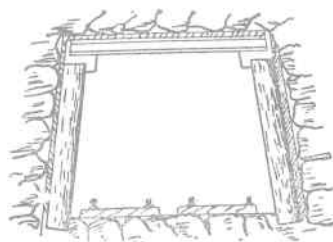
Obudowa żelbetowa

Rys. 226



Deskowanie dla obudowy betonowej

Rys. 227



Obudowa z drzewa i żelaza

Rys. 228

stanowiący mieszaninę cementu z drobnym piaskiem i wodą, która wyrzucana jest za pomocą sprężonego powietrza ze specjalnych mieszaczy.

Obudowa żelbetowa

Obudowa żelbetowa stosowana jest wtedy, gdy obok ciśnień występują w niej również i duże ciągnięcia. W tych wypadkach pręty żelazne o średnicy 8 — 30 mm przejmują na siebie ciągnięcia, beton zaś pracuje na ciśnienie (rys. 226). Do obudowy żelbetowej zalicza się również obudowę z betonitów, łączonych ze sobą prętami żelaznymi.



Połączenie stojaków drewnianych ze stropnicą żelazną

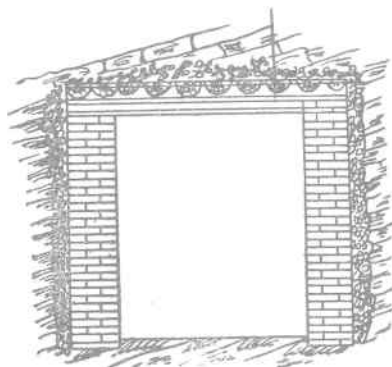
Rys. 229

Obudową mieszaną nazywamy obudowę, w której zastosowano kilka materiałów budowlanych. Najprostszą obudową mieszaną są odrzwia, w których stojaki są drewniane, natomiast stropnice żelazne (np. z szyn, — rys. 228). Łączy się je ze sobą za pomocą różnych wiązań (rys. 229). Innym przykładem obudowy mieszanej jest obudowa kamienna (rys. 230) lub murowa (rys. 231) ścian ze stropnicami drewnianymi lub żelaznymi.



Obudowa z muru suchego ze stropnicami drewnianymi

Rys. 230



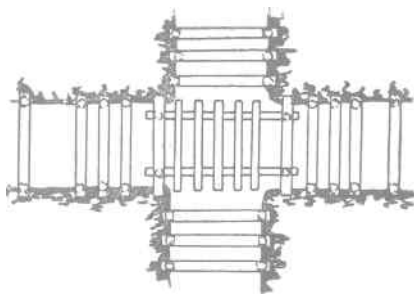
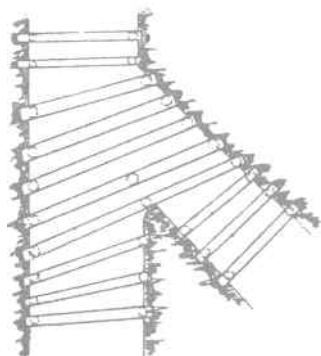
Obudowa murowa ze stropnicami żelaznymi

Rys. 231

Przy obudowie wyrobisk przygotowawczych zwraca się specjalną uwagę na staranne wykonanie obudowy nad wszelkiego rodzaju skrzyżowaniami i rozgałęzieniami (rys. 232, 233, 234), gdzie daje się niejednokrotnie dodatkowe wzmocnienia.

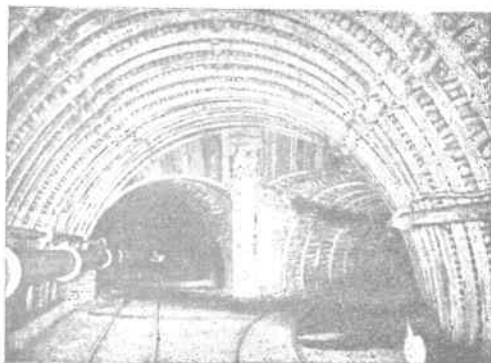
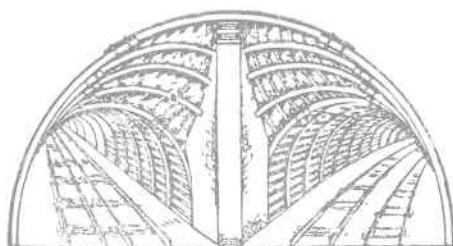
OBUDOWA WYROBISK EKSPLOATACYJNYCH

Obudowa wyrobisk eksploatacyjnych ma na celu zabezpieczenie miejsca pracy w czasie wybierania ze złoża kopaliny użytecznej. Z chwilą gdy wyrobisko zostaje opuszczone przez robotników, obudowa może być usunięta i przynajmniej częściowo powtórnie wykorzystana. Wyjmowanie obudowy z wyeksploatowanego miejsca pokładu celem wywołania w nim



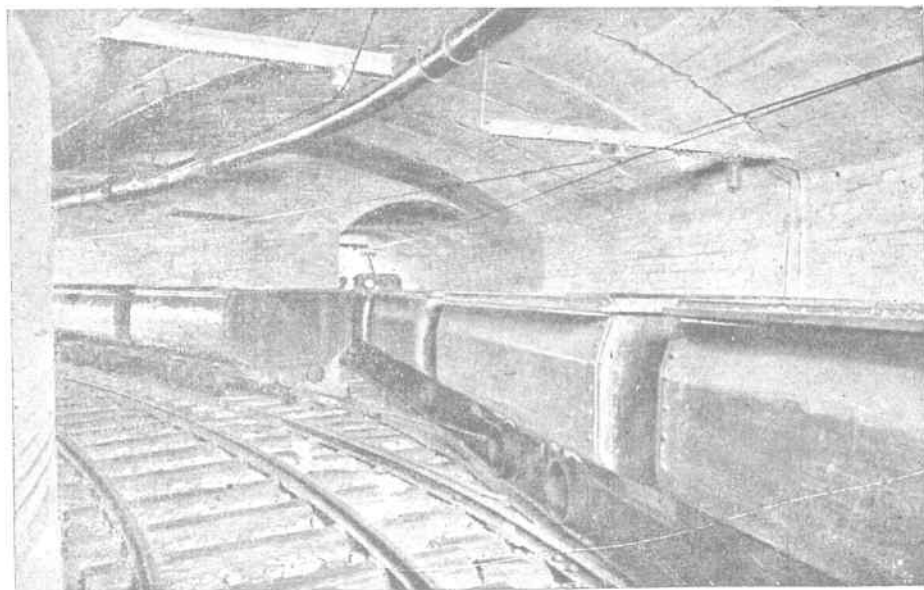
Obudowa drzewna skrzyżowania chodników

Rys. 232



Obudowa żelazna skrzyżowania chodników

Rys. 233



Obudowa żelbetowa skrzyżowania chodników

Rys. 234

zawału nazywają górnicy rabowaniem. Dlatego też i sam system wybierania na zawał nazywany jest niekiedy wybieraniem na rabunek.

W wyrobiskach eksploatacyjnych stosowana jest obudowa drewna, żelazna i mieszana drewno-żelazna.

Obudowa drewna

Obudowa drewna samymi tylko stojakami używana jest rzadko i to tylko przy stropie mocnym. W tym wypadku między stojakiem i stropem umieszcza się krótką połowicę lub grubą deskę. Ten rodzaj obudowy

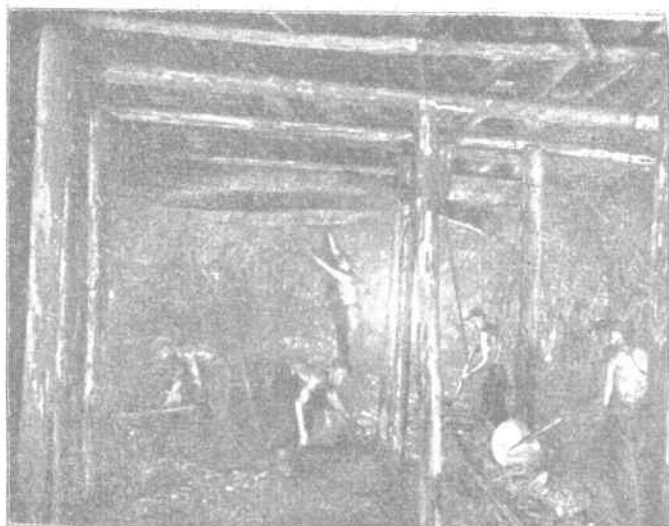


Obudowa krzyżami

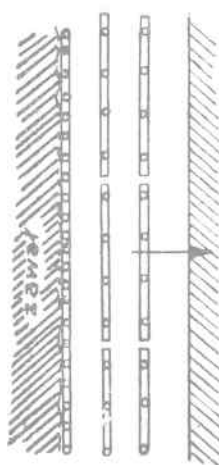
Rys. 235

nosi nazwę krzyża (rys. 235). W większości wypadków stosowana jest obudowa, składająca się ze stropnic podpartych stojakami (rys. 236), a przy stropie kruchym lub spękanym daje się jednocześnie okładziny z desek lub połowic. Zarówno przy wybieraniu zabierkami, jak i ścianami w zastosowaniu do pokładów grubszych, stropnice o długości 4 — 6 m umieszcza się (zapina się) równolegle do przodka i podpiera się na 3 lub 4 stojakach (rys. 237). Przy wybieraniu ścianami pokładów cienkich częściej stosuje się krótkie stropnice o długości około 2 metrów, podparte na 2 stojakach i zapinane prostopadłe do przodka (rys. 238). Odstęp między poszczególnymi liniami stropnic waha się najczęściej od 1 do 1,5 m.

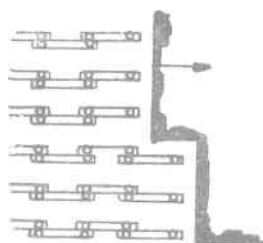
Poza zwykłą obudowę drewną stosuje się również w miarę potrzeby obudowę specjalną, mającą na celu niedopuszczenie do zawałów stropu w miejscu pracy. Do tego rodzaju obudowy zaliczamy organy (rys. 239), tzn. szereg stojaków ustawionych obok siebie w odległości 20 — 50 cm, oraz kaszty (stosy) układane z okrągłaków (rys. 240 i 241) lub twardego drewna kantowego. Kaszty z okrągłaków używane są przeważnie w tych wypadkach, gdy mają one pozostać na stałe w wybranej



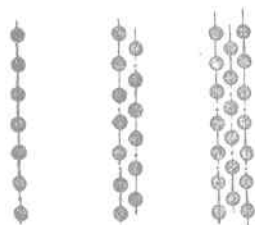
Obudowa zabierki
Rys. 236



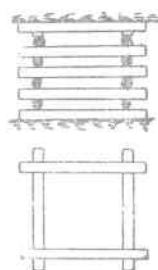
Obudowa ściany
równoległa
do przodka
Rys. 237



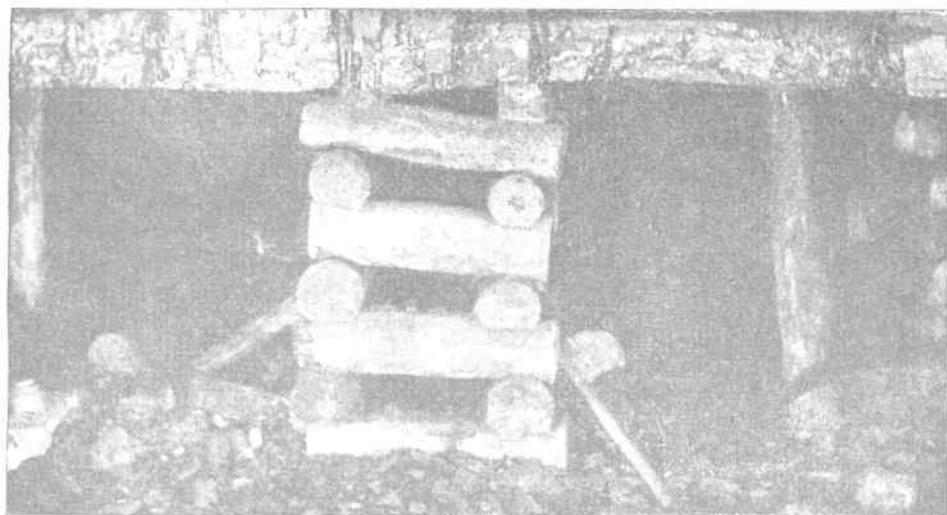
Obudowa ściany
prostopadła do przodka
Rys. 238



Organy
Rys. 239



Kaszt
Rys. 240

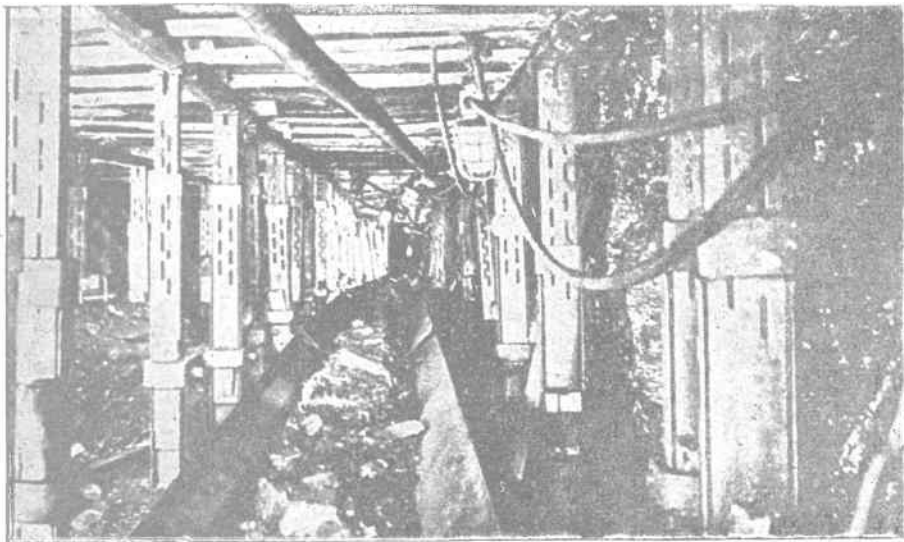


Kaszt
Rys. 241

przestrzeni w starych zrobach. Zaletą ich jest, że nawet po zgnieceniu utrzymują na sobie strop. Ścisłość ich wynosi 40 — 50%; dla zmniejszenia ścisłości wypełnia się kaszty skałą płoną. W tych wypadkach, gdy mają być rozbierane i przenoszone, używa się twardego drewna kantowego (patrz rys. 123).

Obudowa żelazna

Obudowa żelazna (rys. 242) jest coraz częściej stosowana przy wybieraniu pokładów mniejszej grubości (do 2,5 m). Zaletą jej jest większa



Obudowa ściany żelaznymi słupami

Rys. 242

wytrzymałość aniżeli obudowy drzewnej i możliwość użycia 50 do 300 razy, zanim zostanie zniszczona.

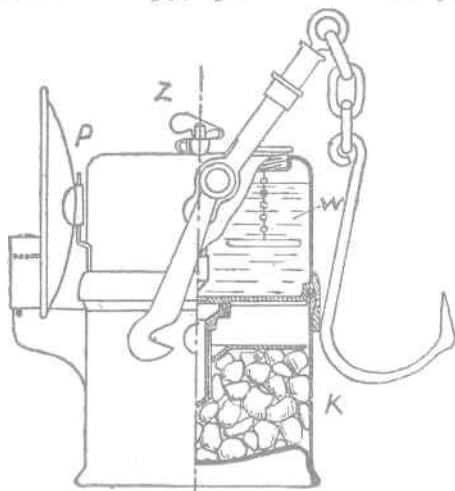
13. OŚWIETLENIE KOPALŃ

Pierwotnymi środkami do oświetlenia podziemnych wyrobisk górniczych były łuczywo i smolne pochodnie, co nie mogło zapewnić ani bezpieczeństwa, ani też odpowiednich warunków pracy w kopalniach. Ulepszeniem było użycie świec łojowych, których osłonięcie za pomocą latarń uważać należy za pierwowzór późniejszych lamp górniczych.

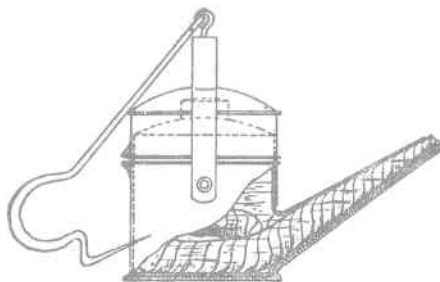
Dalszym etapem w rozwoju oświetlenia było wynalezienie lamp olejowych (rys. 244) o słabym kopącym płomieniu, które szybko zostały wyparte przez lampy benzynowe i acetylenowe (rys. 243). Te ostatnie znalazły obecnie szerokie zastosowanie w kopalniach niegazowych.

Lamp z otwartym płomieniem nie można jednak stosować w kopalniach gazowych, gdyż mogłyby one zapalić gaz kopalniany i wywołać eksplozję. W dawniejszych czasach w pokładach gazowych wypalano gaz w ten sposób, że specjalnie przeznaczeni do tego ludzie, w zmoczonej odzieży i kapturze na głowie pełzali po spagu i za pomocą długiego pręta ze świecą wypalali gaz, zbierający się pod stropem. Oczywiście, że przy tego rodzaju robotach wypadki musiały być bardzo częste.

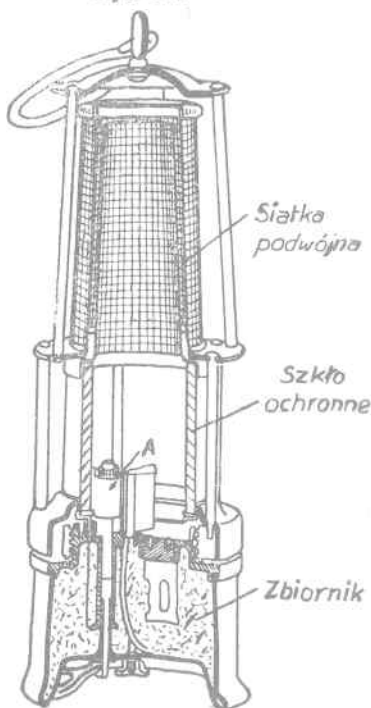
Dopiero w r. 1815 Davy (czytaj Dewi) wynalazł tzw. lampę bezpieczeństwa. Zasada jej polega na tym, że płomień palących się gazów nie przechodzi przez gęstą siatkę metalową, toteż otoczenie płomienia lampy taką siatką zapobiega możliwości zapalenia gazu przez płomień lampy, pod warunkiem jednak, że siatka będzie dostatecznie



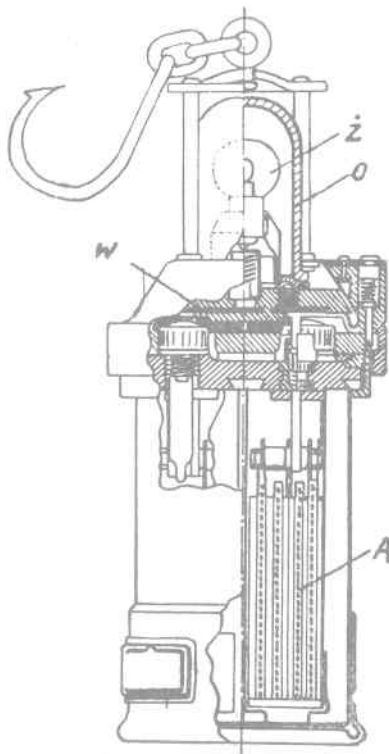
Lampa acetylenowa
Rys. 243



Lampa olejowa
Rys. 244



Lampa bezpieczeństwa
Rys. 245



Elektryczna lampa akumulatorowa
Rys. 246

chłodna. W lampach bezpieczeństwa (rys. 245) płomień znajduje się z dala od siatki, jednak w razie obecności większej ilości gazu kopalnia-

nego, przy nadmiernej szybkości prądu powietrza lub też przy przewróceniu lampy siatka może być rozżarzona, a tym samym może przyczynić się do zapalenia gazu.

Lampa bezpieczeństwa (rys. 245) składa się ze zbiornika z benzyną, szkła ochronnego i podwójnej siatki metalowej. Całość lampy otoczona jest prętami i zaopatrzona u góry w hak do noszenia i zawieszania na obudowie. Zbiornik połączony jest z górną częścią lampy na śrubę i posiada specjalny zamek, którego otworzenie możliwe jest tylko przy użyciu silnego magnesu. Zamknięcie takie jest konieczne, aby lampa nie mogła być otworzona w kopalni przypadkowo lub też z powodu lekceważenia niebezpieczeństwa. Do zapalenia lampy służy tarciowa lub iskrowa zapalniczka umieszczona wewnątrz lampy.

Na podobnej zasadzie budowane są również acetylenowe lampy bezpieczeństwa, które jednak nie znalazły szerszego zastosowania.

Obecnie benzynowe lampy bezpieczeństwa wypierane są przez elektryczne lampy akumulatorowe, dostosowane odpowiednio do kopalń gazowych. Lampa taka (rys. 246) składa się z 2 skręconych ze sobą części: dolnej — akumulatora żelazo-niklowego *A* i górnej — żarówki *Z*, szkła ochronnego *O* i wyłącznika *W*. Zapalenie i gaszenie odbywa się najczęściej przez obrót górnej części względem dolnej.

Podszymba, przecznice transportowe, komory maszyn oraz inne bardziej uczęszczane miejsca kopalni oświetlane są odpowiednio zabezpieczonymi sieciowymi lampami elektrycznymi. Lampy takie w rzadszych wypadkach używane są również do oświetlania wyrobisk eksploatacyjnych.

14. ATMOSFERA KOPALNIANA

Czyste powietrze atmosferyczne zawiera objętościowo około 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.

TLEN

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 litra na minutę.

W powietrzu kopalnianym zawartość tlenu jest niższa aniżeli w powietrzu atmosferycznym, a to wskutek utleniania się węgla, gnicia drewna, oddychania ludzi i zwierząt, palenia lamp itd.

Obniżenie zawartości tlenu w powietrzu do 17% wywołuje u człowieka cięższy oddech, bicie serca oraz zmniejszenie zdolności do pracy, a w wypadku gdy zawartość ta wynosi poniżej 12%, przytomność i życie ludzkie są poważnie zagrożone. Dlatego też przepisy górnicze wymagają, ażeby zawartość tlenu w powietrzu w miejscach pracy nie była niższa od 19%.

Jeżeli chodzi o zachowanie się płomienia lamp, to przy 19% tlenu siła światła lamp benzynowych maleje do jednej trzeciej, przy 17% gasną benzynowe lampy bezpieczeństwa, a przy 12% — 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

W powietrzu kopalnianym zawartość dwutlenku węgla (CO_2) wzrasta wskutek oddychania ludzi i zwierząt, palenia lamp, robót strzelniczych, działania silników spalinowych, rozkładu drewna, utleniania się węgla, wydzielania się CO_2 w postaci gotowej ze szczelin i por w skałach, jak również w czasie pożarów i wybuchów.

Wydzielanie 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, bądź wreszcie przez nagłe wydzielanie w postaci wybuchu ogromnych ilości gazu (dziiesiątki i setki tysięcy metrów sześciennych) w ciągu krótkiego czasu.

Nagłe wydzielania dwutlenku węgla są bardzo groźne dla kopalni i pracujących w niej ludzi, gdyż w jednej chwili wyrobiska zostają wypełnione nienadającym się do oddychania gazem, a poza tym wybuchom gazu towarzyszy wyrzucenie z przodka 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. Celem 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 wydzielanie gazu CO_2 następuje bezpośrednio po strzałach.

Zawartość CO_2 w powietrzu w ilości 1 — 2% nie jest szkodliwa dla ludzi; przy zawartości 5 — 10% wywiera dwutlenek węgla działanie drażniące na błony śluzowe i delikatniejszą skórę, oddech staje się przyspieszony i ciężki, praca uciążliwa, objawy duszności i osłabienia; przy zawartości powyżej 10% może nastąpić utrata przytomności, a przy większej zawartości nawet śmierć. Dlatego też przepisy wymagają, ażeby 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 — 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 wypadku 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 bezpieczeństwa.

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 płonącą lampą wyraźną granicę, poniżej której lampą nagle gaśnie. Z CO_2 mamy bardzo często do czynienia w robotach w pobliżu starych zrobów.

TLENEK WĘGLA

Tlenek węgla CO , czyli tzw. „czad” jest gazem bezbarwnym, bez woni i smaku. Zapach, jaki niektórzy przypisują tlenkowi węgla, pochodzi od produktów destylacji, które w czasie pożarów towarzyszą tlenkowi węgla. Jest on gazem palnym, a wskutek tego tworzy z powie-

trzem mieszaninę wybuchową; poza tym jest on gazem silnie trującym i wywołuje zacczadzenie nawet przy malej zawartości w powietrzu (0,02%).

Tlenek węgla pojawia się w kopalniach podczas pożarów podziemnych i eksplozji gazu kopalnianego, a zwłaszcza pyłu węglowego; poza tym w mniejszych ilościach tworzy się on przy robotach strzelniczych i podczas pracy silników spalinowych.

INNE GAZY TRUJĄCE

W atmosferze kopalnianej występują również inne gazy trujące, jak np. siarkowodór H_2S , dwutlenek siarki SO_2 i tlenki azotu NO i NO_2 . Wszystkie te gazy są nawet bardziej trujące niż tlenek węgla.

Jeżeli chodzi o tlenki azotu, to tworzą się one zwykle przy strzelaniu materiałami wybuchowymi, zawierającymi nitroglicerynę. Nadzwyczaj silnie drażnią one błony śluzowe oczu, nosa, ust oraz płuca; przy nieostrożnym głębokim oddechu może nastąpić bardzo niebezpieczne oparzenie płuc. Dlatego też, jak również dla uniknięcia zatrucia się tlenkiem węgla, nie należy wchodzić do przodka po strzałach przed odpowiednim jego przewietrzeniem, po wejściu zaś do niego należy oddychać bardzo ostrożnie, unikając gwałtowniejszych ruchów.

GAZ KOPALNIANY

Głównym składnikiem gazu kopalnianego jest metan CH_4 . Jest on bezbarwny, bez zapachu i smaku, nietrujący; niebezpieczeństwo jego polega na tym, że jest on gazem palnym i po zmieszaniu z powietrzem oraz zapaleniu daje silną eksplozję (wybuch).

Gaz kopalniany wydziela się głównie w kopalniach węgla, ale występuje również w kopalniach soli, a nawet i rud. Wydzielanie się gazu, podobnie jak i CO_2 , może być regularne, w postaci fontann gazowych oraz nagłe.

Obfitym zbiornikiem gazu mogą być niepodsadzone i otamowane stare zroby. Podczas zniżki barometrycznej gaz dostaje się z nich do powietrza kopalnianego przez szczeliny w skałach i nieszczelności tam.

Spośród naszych kopalń węgla znaczna ilość należy do gazowych, jednak ilość wydzielającego się w nich metanu jest stosunkowo nieduża i mniejsza aniżeli w innych zagłębiach węglowych. Nagłych wydzielań się metanu w naszych kopalniach nie obserwuje się, występują one natomiast w pld. Belgii, pld. Francji, na Węgrzech oraz w niektórych kopalniach Zagłębia Ruhry (Niemcy), w Anglii i innych krajach. Duże ilości metanu wydzielają się w Zagłębiu Ostrawsko-Karwińskim (Czechosłowacja).

Gaz kopalniany dość trudno miesza się z powietrzem, a będąc prawie 2 razy lżejszy od niego, zbiera się zawsze w górnych częściach wyrobisk. Z tego wynika, że w kopalniach gazowych niebezpieczne są wyrwy i dzwony w piętrze wyrobisk, jak również pędzenie pochylni i szybików z dołu do góry.

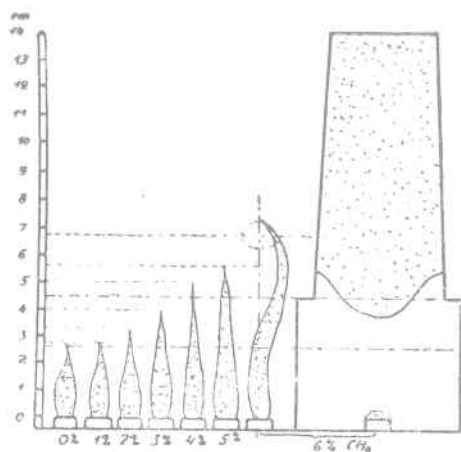
Gaz kopalniany jest palny i tworzy z powietrzem mieszaninę wybuchową. Najsilniejszy wybuch następuje przy zawartości 9% gazu w powietrzu. Dolna granica zawartości gazu, przy której możliwy jest wybuch, wynosi 5 — 6%, górna — 14 — 16%. W powietrzu o zawartości metanu mniejszej od tej dolnej granicy spala się on tylko w bezpośrednim sąsiedztwie z płomieniem. Palenie to zaznacza się w lampach

wydłużeniem płomienia i charakterystyczną niebieską aureolą dookoła płomienia lampy. Aureola ta staje się widoczną tylko przy małym płomieniu lampy. Na podstawie wielkości aureoli sądzić można o zawartości gazu w powietrzu.

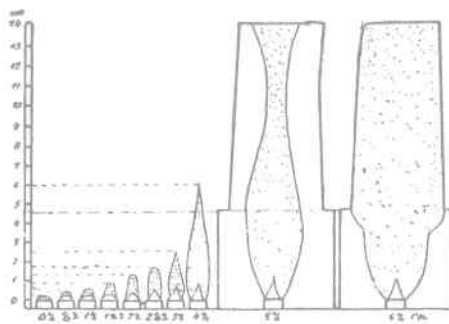
Oznaczenie zawartości gazu w powietrzu kopalnianym przeprowadza się za pomocą chemicznej analizy wziętej próby powietrza lub też na miejscu za pomocą lampy bezpieczeństwa względnie specjalnych lamp wskaźnikowych. Znane są dwa sposoby badania zawartości gazu za pomocą lampy bezpieczeństwa, a mianowicie przy pełnym jej płomieniu oraz przy płomieniu zmniejszonym do minimum.

Przy badaniu pełnym płomieniem wydłuża się on zależnie od zawartości gazu w powietrzu, a nawet zaczyna kopcić jak to jest pokazane na rys. 247. Przy badaniu

zmniejszonym płomieniem powstaje dookoła niego błękitna aureola (płomień metanu), niewidoczna przy płomieniu pełnym. Aureola ta występuje przy zawartości gazu od 1 do 5% (rys. 248).



Zachowanie pełnego płomienia lampy
w atmosferze gazowej
Rys. 247



Zachowanie zmniejszonego płomienia
lampy w atmosferze gazowej
Rys. 248

Przy zawartości gazu 4,5 — 5% błękitna aureola sięga pokrywy siatki, a więc może ją rozżarzyć i wywołać zapalenie gazu na zewnątrz lampy, czyli wówczas lampa przestaje być bezpieczną.

Przy badaniu zawartości gazu należy trzymać dobrze oczyszczoną lampę za zbiornik w położeniu pionowym i powoli zbliżać ją do piętra 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 wypadku nagle wycofywać lampy ani też gasić płomienia przez dmuchanie, lecz powoli zniżyć ją i przenieść do miejsca, gdzie nie ma gazu. Gdy lampa zgaśnie 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 się już niebezpieczne w użyciu, dlatego można ich używać dopiero po uprzednim stwierdzeniu zwykłą lampą bezpieczeństwa, 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 mogą być używane tylko lampy elektryczne lub benzynowe lampy bezpieczeństwa.

Zawartość gazu w powietrzu wychodzącym z kopalni nie powinna przekraczać 1%.

BRANIE PRÓB POWIETRZA W KOPALNI



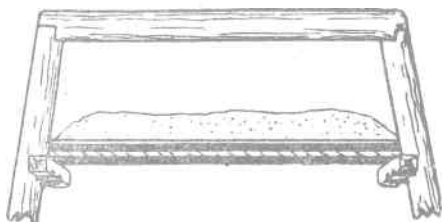
Pipeta do
brania prób
powietrza
Rys. 249

Przepisy górnicze wymagają przeprowadzenia co pewien czas (1 — 4 miesięcy) analiz powietrza z każdego wychodzącego prądu. Najprostszym sposobem brania prób powietrza w kopalni jest wypełnienie butelki wodą, opróżnienie jej w odpowiednim miejscu i zakorkowanie. Zwykle bierze się próby do specjalnych pipet (rys. 249) o pojemności od paru set cm³ do 1 litra, zakończonych z obu stron rurkami o 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 próby otwiera się na początku górny, a następnie dolny kurek; woda powoli wycieka, a na jej miejsce wchodzi powietrze.

PYL WĘGLOWY

Najwięcej pyłu w kopalniach tworzy się przy wierceniu otworów strzałowych, wykonywaniu wrębu i odbijaniu węgla, podczas strzałów, ładowania i transportu. Zawartość pyłu zawieszonego w powietrzu dochodzi czasami (w pobliżu wrębiarek i przenośników) do 5—7 gramów na metr sześcienny powietrza. Pyły ciał palnych, a więc i pył węglowy, tworzyć mogą z powietrzem mieszaniny wybuchowe.

Dolna granica zawartości pyłu węglowego w powietrzu, przy której możliwy jest wybuch, wynosi w warunkach kopalnianych około 100 g na 1 m³; najsilniejszy wybuch, następuje przy zawartości około 400 — 500 g/m³. Ponieważ jak widzieliśmy największa zawartość zawieszonego w powietrzu pyłu nie przekracza 5—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.



Zapora pyłowa
Rys. 250

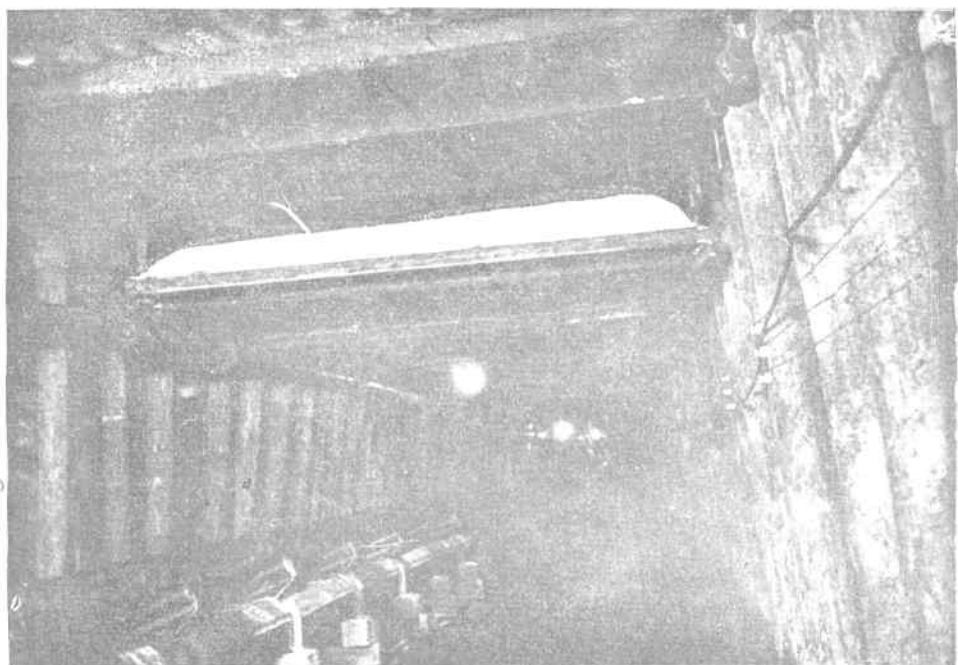
Nie każdy pył węglowy jest jednakowo podatny do zapalenia. Celem stwierdzenia stopnia niebezpieczeństwa oznacza się zawartość pyłu w wyrobisku, a następnie przeprowadza się jego badania w kopalniach doświad-

czalnych. Taką kopalnią doświadczalną jest na Górnym Śląsku kopalnia Barbara w Mikołowie.

Dla zapobieżenia zarówno wybuchom pyłu węglowego, jak i zlokalizowania jego w wypadku, gdyby pomimo zastosowania środków zapobiegawczych wybuch taki nastąpił, stosuje się wodę i pył kamienny.

Pył dostatecznie mokry nie wybucha, a wskutek tego przez odpowiednie zraszanie wodą pyłu węglowego możemy uniknąć niebezpieczeństwa wybuchu. Zraszanie należy przeprowadzać możliwie dokładnie, tzn. piętro, ściany i spód 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. Ażeby wybuch nie nastąpił, zawartość pyłu kamiennego w mieszaninie powinna wynosić przynajmniej 50—60%. W tym celu ściany wyrobiska pokrywa się (opyla się) pyłem kamiennym.



Zapory pyłowe
Rys. 251

Oprócz opylania wyrobisk stosowane są również tzw. zapory pyłowe, tj. półki (rys. 250 i 251) lub łatwo wywrotne skrzynki drewniane, przytwierdzone do obudowy w poprzek chodnika, z nasypanym pyłem kamiennym. W wypadku wybuchu pyłu węglowego lub gazu fala powietrza, poprzedzająca płomień wybuchu, strąca zapory, uniesiony zaś w powietrze pył kamienny gasi płomień.

CIŚNIENIE POWIETRZA

Ciśnienie powietrza mierzy się za pomocą barometru (aneroidu lub barometru rtęciowego). Niektóre przepisy nakładają na kopalnię obowiązek posiadania barografów, czyli barometrów samopiszących,

a to celem możności stwierdzenia każdej chwili przebiegających zmian ciśnienia powietrza, gdyż w czasie nagłego spadku ciśnienia możemy się spodziewać wzmożonego wydzielania się gazów z otamowanych starych zrobów, w czasie natomiast gwałtownie przebiegającej zwyżki ciśnienia jest możliwość wznowienia się pożarów w otamowanych polach zaognionych oraz ewentualnego pojawienia się ich przed tamami ogniowymi.

TEMPERATURA POWIETRZA

Temperatura powietrza kopalnianego zależy od szeregu czynników, jak wyższe ciśnienie barometryczne na dole kopalni, temperatura skał, temperatura powietrza na powierzchni, intensywność przewietrzania itp.

Wiemy, że przy sprężaniu powietrza podnosi się jego temperatura, przy rozprężaniu natomiast — obniża się. Dlatego też powietrze, przechodzące z niższego ciśnienia barometrycznego, panującego na powierzchni, do wyższego — na dole, będzie posiadało temperaturę wyższą. Temperatura ta wzrasta o 1° na każde 100 m głębokości.

Na głębokości 25—30 m od powierzchni panuje stała temperatura skał przez cały rok, równa średniej temperaturze rocznej w danej miejscowości (w Krakowie np. temperatura ta wynosi około $8,5^{\circ}$). Od tego poziomu temperatura skał wzrasta z głębokością, przy czym liczba metrów głębokości, odpowiadająca wzrostowi temperatury o 1° nosi nazwę stopnia geotermicznego. Wielkość stopnia geotermicznego wynosi średnio w obszarach węglowych 30 — 35 m, w obszarach rudnych 40 — 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 posiada ono w wyrobiskach, tym niższa jest temperatura na dole.

Spośród innych przyczyn podwyższenia temperatury powietrza w kopalni najpoważniejszą rolę odgrywają: utlenianie węgla, gnicie drewna, rozkład niektórych minerałów (np. piritów), dopływy ciepłych wód, obecność ludzi i zwierząt, 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, przy której opłaca się obecnie eksploatacja węgla, wynosi około 1000 — 1200 m głębokości; rudy w niektórych wypadkach eksploatuje się nawet na głębokości powyżej 2000 m.

W niektórych kopalniach w czasie silnych mrozów stosowane jest ogrzewanie powietrza wchodzącego do szybu wdechowego, jeżeli jest on wyciągowy, a to celem uniknięcia pokrywania się lodem przewodników, belek i drabin, oraz celem polepszenia warunków pracy na podszybiu. W tym celu powietrze przepuszcza się przez kaloryfery.

WILGOTNOŚĆ POWIETRZA

Powietrze zawiera zawsze w swym składzie parę wodną. Największa ilość pary wodnej, jaka może się znajdować w powietrzu, odpowiada wy-

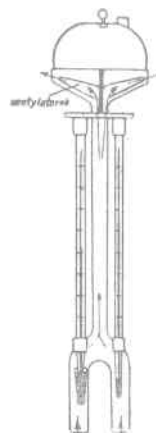
padkowi, kiedy powietrze jest nasycone parą. W wypadku tym mówimy, że wilgotność powietrza wynosi 100%. Zawartość pary wodnej w powietrzu o wilgotności 100% zależy od temperatury i jest większa przy temperaturach wyższych.

Zależnie od stopnia wilgotności wyróżniamy:

powietrze bardzo suche o wilgotności poniżej 40%,	
„ suche „ 40 — 60%,	
„ normalne „ 60 — 80%,	
„ wilgotne „ 80 — 100%.	

Wilgotność powietrza w kopalni jest zwykle wysoka i wynosi 90 — 100%. Powietrze wilgotne, a zwłaszcza w temperaturze podwyższonej, wpływa niekorzystnie na samopoczucie i stan zdrowia pracującego człowieka.

Wilgotność oznacza się za pomocą higrometrów lub psychrometrów; te ostatnie są dogodniejsze dla warunków kopalnianych. Psychrometr składa się z 2 termometrów — suchego i wilgotnego (bańka owinięta jest szmatką zwilżoną wodą). Wskutek parowania wody termometr wilgotny wskazuje tym niższą temperaturę, im bardziej suche jest powietrze. Celem ułatwienia parowania wody stosuje się psychroaspiratory (rys. 252), w których wytwarza się prąd powietrza za pomocą małego wentylatora. Wilgotność określa się na podstawie odczytów obu termometrów, posługując się specjalnymi tabelkami, dołączonymi do przyrządów.



Psychroaspirator

Rys. 252

CIEPLNE WARUNKI PRACY

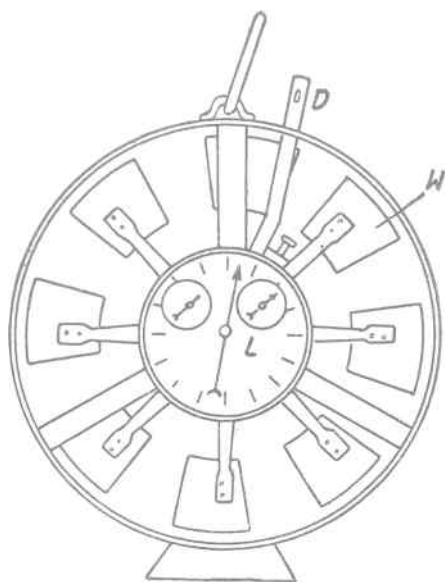
Przy wykonywaniu pracy organizm ludzki wydzielą pewną ilość ciepła, które musi być oddane otoczeniu, aby organizm utrzymać w równowadze i zdolności do pracy. Innymi słowami ciało ludzkie musi być chłodzone przez otoczenie, gdyż w przeciwnym wypadku temperatura człowieka ustawicznie by się podnosiła i po osiągnięciu pewnej granicy człowiek byłby niezdolny do jakiegokolwiek wysiłku.

To odprowadzenie 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 pełną swoją zdolność do pracy; warunki takie nazywamy komfortem pracy. Wtedy gdy wytwarzane przez organizm ciepło nie jest należycie odprowadzane, jak i wtedy gdy otoczenie działa nadmiernie chłodząco, samopoczucie zostaje naruszone, zaś wydajność pracy spada.

W wielu wypadkach cieplne 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 na 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 mogą być usunięte przez dobrze pomyślaną i wykonaną wentylację kopalni.

PRĘDKOŚĆ POWIETRZA

Prędkość powietrza w wyrobiskach nie powinna przekraczać pewnych wartości, a to ze względu na gaszenie lamp, możliwość wyrzucenia płomienia lampy bezpieczeństwa na zewnątrz i zapalenie metanu, ujemny wpływ na zdrowie ludzkie wskutek nadmiernego chłodzenia oraz duże opory ruchu powietrza, które występują przy zbyt dużej prędkości. Według przepisów górniczych prędkość powietrza nie powinna być większa od 6 m/sek.



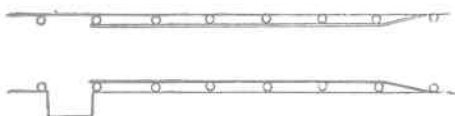
Anemometr skrzydełkowy
Rys. 253

Prędkość powietrza w kopalniach mierzy się przeważnie za pomocą anemometrów skrzydełkowych (rys. 253). Zasadniczą częścią tych przyrządów jest wiatraczek *W* obracany prądem powietrza i zaopatrzony w licznik *L*. Uruchamia i zatrzymuje się licznik za pomocą odpowiedniej dźwigni *D*. 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.

Zwykle pomiary prędkości powietrza przeprowadza się przez powolne przesuwanie anemometru, trzymanego w ręce lub osadzonego na kiju długości około 1 metra, po całym przekroju wyrobiska. Pomiar prędkości trwa 2—3 minuty lub więcej. Przy pomiarze obserwator

stoi albo z boku wyrobiska, albo też w środku, za anemometrem, twarzą do prądu powietrza. 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, urządzi się stacje pomiarowe (rys. 254). Obija się je deskami na długość 4—6 metrów, przy czym deskowanie musi szczelnie przylegać do ścian i piętra wyrobiska, by całość prądu płynęła przez stację.

Znając prędkość powietrza oraz przekrój poprzeczny wyrobiska możemy 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 m², wówczas ilość płynącego powietrza $2 \times 5 = 10$ m³/sek, czyli 600 m³ na minutę.



Stacja pomiarowa powietrza
Rys. 254

15. 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.

POTRZEBNA ILOŚĆ POWIETRZA

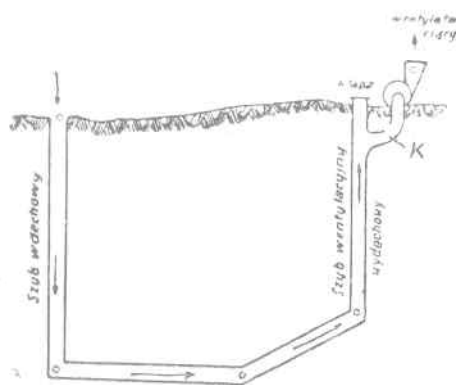
Ilość doprowadzanego do kopalni powietrza powinna być taka, ażeby we wszystkich dostępnych dla ludzi wyrobiskach skład i temperatura powietrza były w miarę możliwości zbliżone do normalnych warunków atmosferycznych i ażeby zawartość tlenu, dwutlenku węgla, metanu oraz innych gazów odpowiadały wymaganiom 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 powietrza w miejscu pracy na jednego człowieka wynoszą dla kopalń niegazowych 1 — 1,5 m³/min, dla kopalń zaś gazowych 3 — 5 m³/min. Licząc się ze stratami powietrza w czasie jego ruchu, przyjąć należy, że wentylator powinien być przewidziany na dostarczenie przynajmniej dwa razy większej ilości powietrza.

DOPROWADZENIE POWIETRZA DO KOPALNI

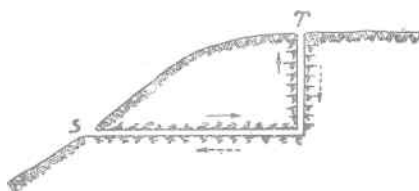
Powietrze musi stale przepływać przez wszystkie wyrobiska, gdzie odbywa się ruch i praca. Dla umożliwienia takiego ciągłego ruchu i stałej wymiany powietrza zużytego na świeże kopalnia musi posiadać co najmniej dwa połączenia z powierzchnią ziemi (rys. 255): Przez jedno powietrze świeże wchodzi do kopalni, przez

drugie wychodzi zużyte. Szyb, przez który powietrze świeże wchodzi do kopalni, nosi nazwę wdechowego; szyb, przez który wychodzi powietrze zużyte, nazywamy wydechowym.



Przepływ powietrza przez kopalnię

Rys. 255

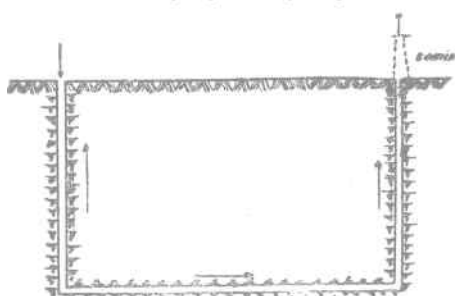


Przewietrzanie naturalne za pomocą sztolni i szybu

Rys. 256

Samo już połączenie kopalni z powierzchnią za pomocą dwóch szybów lub innych wyrobisk wywołuje naturalny przewiew powietrza. Takie **naturalne przewietrzanie** stosowane jest 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.

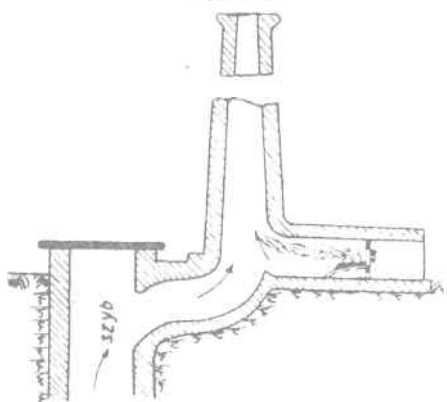
Jeżeli kopalnia połączona jest z powierzchnią ziemi za pomocą dwóch wyrobisk, mających wyloty na różnych poziomach, np. za pomocą sztolni



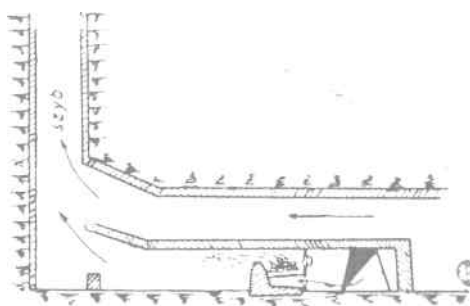
Przewietrzanie naturalne za pomocą dwóch szybów
Rys. 257

S i szybu *T* (rys. 256), to wówczas w zimie wskutek ciepła skał wchodzące powietrze zostaje ogrzane i jako lżejsze od powietrza zewnętrznego wychodzi na zewnątrz przez szyb, wciągając przez sztolnię zimne powietrze świeże. W gorące dni letnie możemy obserwować odwrotne zjawisko: powietrze zewnętrzne wchodzi szybem i po ochłodzeniu w kopalni wychodzi sztolnią.

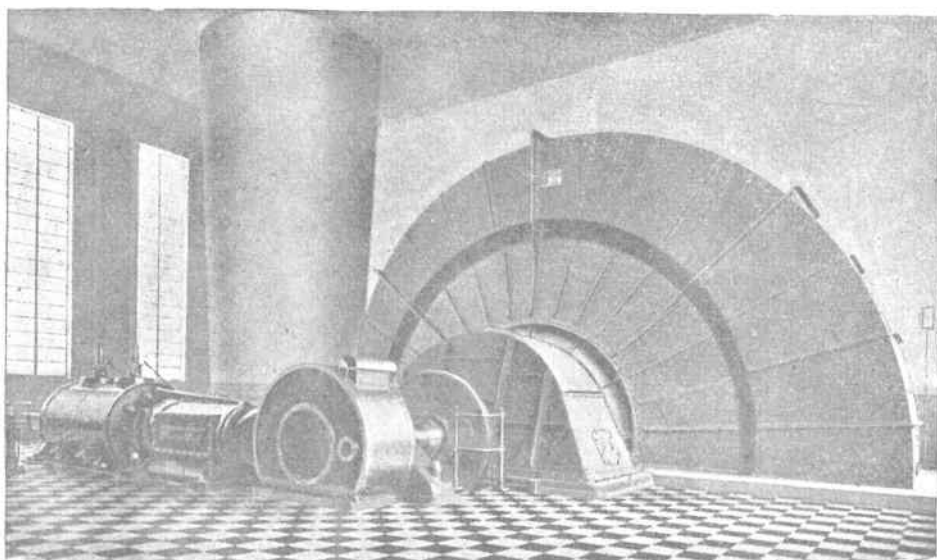
Jeżeli wyloty obu szybów znajdują się na jednym poziomie (rys. 257), to raz zapoczątkowany ruch powietrza w określonym kierunku będzie trwał



Piec wentylacyjny naziemny
Rys. 258



Piec wentylacyjny podziemny
Rys. 259

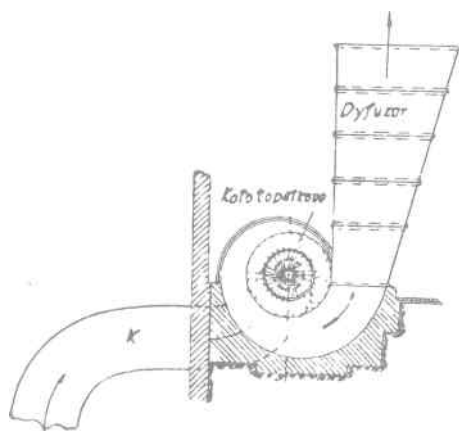


Wentylator kopalniany
Rys. 260

nadał pod wpływem czynników naturalnych. Im niższą temperaturę posiada wchodzący prąd powietrza i im głębsza jest kopalnia, tym większą różnicę temperatur będzie miało powietrze w szybach wydechowych i wdechowych, 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 są duże ilości powietrza, przewietrzanie naturalne jest niewystarczające. W czasach dawniejszych dla polepszenia przewietrzania naturalnego budowano bądź to komin-y wentylacyjne (rys. 257), bądź też piece wentylacyjne naziemne (rys. 258) lub podziemne (rys. 259).

W czasie obecnym głównym środkiem do wywołania sztucznego przewietrzania są wentylatory (rys. 260), które albo ssą powietrze z szybu



Wentylator odśrodkowy
Rys. 261

wydechowego, albo też tłoczą do wdechowego. Stosownie do tego możemy mieć przewietrzanie ssące lub tłoczące. W większości wypadków stosowana jest wentylacja ssąca, 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 (rys. 261) i łączy się z szybem za pomocą kanału wentylacyjnego K. Szyb w tym wypadku zamyka się klapą, samoczynnie otwieraną i zamykaną przez poruszające się klatki (rys. 255).

Ażeby wentylator mógł ssąć lub tłoczyć powietrze, musi on wytwarzać różnicę ciśnienia za i przed sobą. Tę różnicę ciśnienia nazywamy depresją wentylatora, a pomierzyć ją można za pomocą zwykłego manometru wodnego, tzn. rurki szklanej zgiętej w kształt litery „U” (rys. 262). Współczesne wentylatory kopalniane wytwarzają depresję do 500 mm słupa wody, najczęściej jednak stosowana jest depresja około 100 mm słupa wody.

Ilość ssanego przez wentylator powietrza czyli jego wydajność, zależy z jednej strony od depresji, z drugiej zaś strony od oporu, jaki stawia kopalnia ruchowi powietrza. Wydajność bardzo dużych wentylatorów dochodzi nawet do 50 000 m³/min; najczęściej stosowane są u nas wentylatory o wydajności około 3000 m³/min.

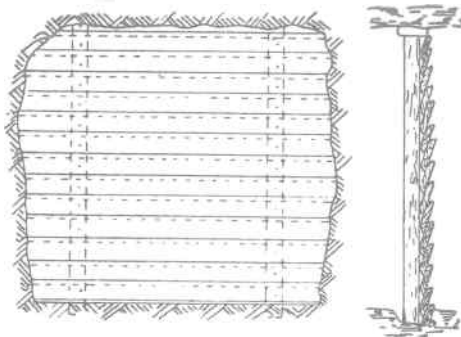


Manometr wodny
Rys. 262

ROZPROWADZANIE POWIETRZA W KOPALNI

Ponieważ ogrzane w kopalni powietrze zmniejsza swój ciężar właściwy i zdąża do góry, przeto staramy się

powietrze świeże doprowadzić najkrótszą drogą (szybem wdechowym) do najgłębszego poziomu kopalni, skąd prąd powietrza na swej dalszej drodze ma kierunek stale wznoszący się. Taki sposób przewietrzania nazy-



Tama wentylacyjna
Rys. 263

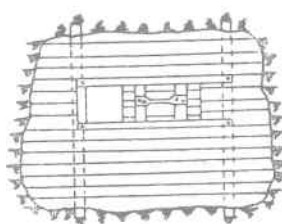
wamy przewietrzaniem prądem wznoszącym się. W większości wypadków sposób ten jest najkorzystniejszy, gdyż z jednej strony wykorzystuje się tu najlepiej ciąg naturalny powietrza, z drugiej zaś najłatwiej usuwa się z kopalni lekkie gazy (np. metan), co ma duże znaczenie zwłaszcza w kopalniach gazowych.

Wchodzące do kopalni powietrze zdążać 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 wyrobisk, w których nie powinno ono płynąć. Tamy wentylacyjne wykonuje się z muru, drewna lub nawet z płótna. Najczęściej



Tama z drzwiami wentylacyjnymi
Rys. 264

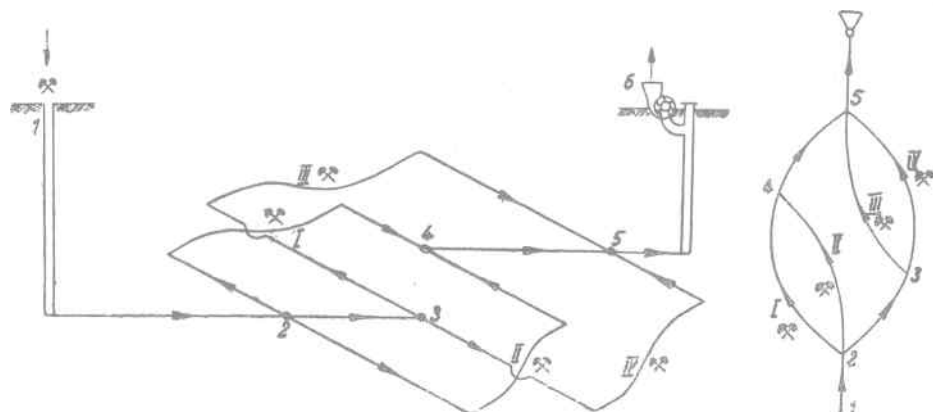


Tama z oknem wentylacyjnym
Rys. 265

stosowane są tamy drewniane (rys. 263). Celem uszczelnienia oblepia się je gliną i pokrywa się wapnem. Jeżeli tama umieszczona jest w chodniku, gdzie odbywa się ruch wozów i ludzi, wówczas buduje się ją z drzwiami wentylacyjnymi (rys. 264). Drzwi w tamach murowanych są b. często żelazne, w tamach drewnianych — z desek. Jeżeli przez wyrobisko ma płynąć pewna zmniejszona ilość powietrza, wówczas wykonuje się w tamie okno wentylacyjne (rys. 265). Wielkość otworu okna może być zmieniana za pomocą zasuw i w ten sposób może przez nie przepływać większa lub mniejsza ilość powietrza. Tamę taką nazywamy tamą regulacyjną.

Powietrze nie powinno płynąć przez wszystkie przodki w kopalni jednym tylko prądem, gdyż robotnicy, pracujący najdalej, otrzymaliby powietrze najbardziej zanieczyszczone, w wypadku zaś wy-

buchu lub pożaru cała kopalnia byłaby bezpośrednio zagrożona. Dla uniknięcia tego prąd powietrza w kopalni dzieli się na większą ilość prądów niezależnych, tworząc mniej lub więcej skomplikowany



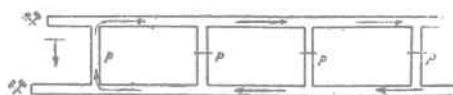
Schematy rozprawadania powietrza w kopalni

Rys. 266

system rozgałęziony (rys. 266). Przepisy górnicze zabraniają zatrudniać w jednym prądzie powietrza powyżej 80 — 100 ludzi.

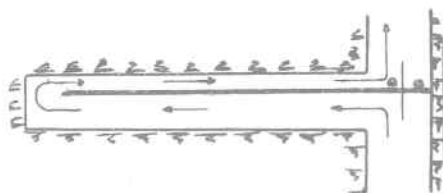
PRZEWIETRZANIE PRZODKÓW

Sposób doprowadzenia powietrza do przodków eksploatacyjnych zależy od zastosowanego systemu wybierania. Przy systemach ścia-



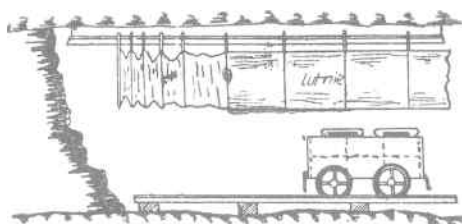
Przewietrzanie przodków chodnikowych

Rys. 267



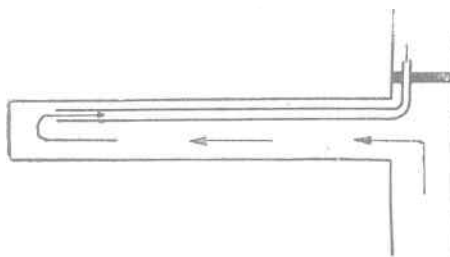
Przegroda wentylacyjna

Rys. 268



Lutnie wentylacyjne z płótna

Rys. 269



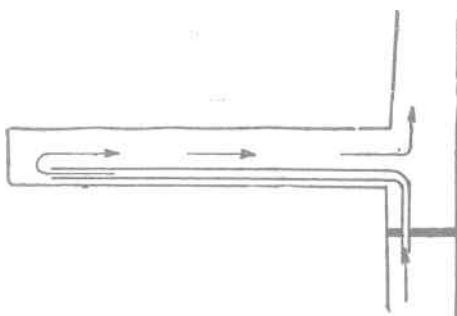
Przewietrzanie ssące za pomocą lutni

Rys. 270

nowych (rys. 120) przewietrzanie przodków jest zwykle bardzo dobre, natomiast przy systemach filarowych a zwłaszcza zabierkowych (rys. 136) bywa znacznie gorsze, a niekiedy odbywa się wyłącznie

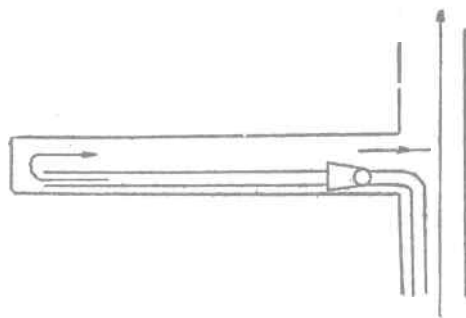
tylko przez dyfuzję. Trudności doprowadzania powietrza do przodka mamy również przy pojedynczym pędzeniu przecink, chodników i pochylń, natomiast przy chodnikach podwójnych unikamy tych trudności.

Przy systemie chodników podwójnych (rys. 267), odległych od siebie 10 — 20 m, jeden z nich (zwykle dolny) służy do doprowadzenia powietrza świeżego, drugi — do odprowadzenia zużytego. Dla umożliwie-



Przewietrzanie tłoczące za pomocą lutni

Rys. 271



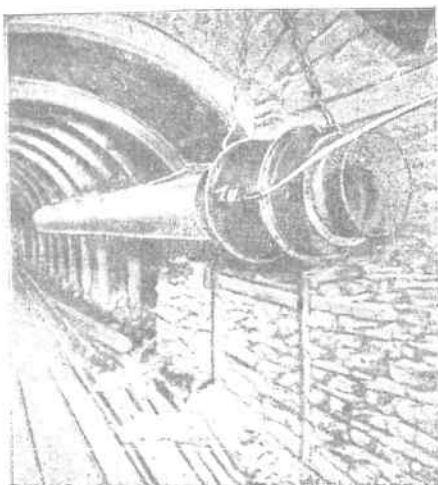
Przewietrzanie tłoczące za pomocą lutni z wentylatorkiem

Rys. 272

nia przepływu powietrza z jednego chodnika do drugiego przebija się między nimi co 30 — 40 m przecinki P , przy czym tylko ostatnia z nich, najbliższa przodka, jest otwarta, inne zaś są zamknięte tamami.

Przy pędzeniu chodników pojedynczych musimy uciec się do środków pomocniczych, jak przegrody, lutnie wentylacyjne, wentylatory lutniowe itd. Przegrody (rys. 268) wykonuje się z muru, desek, a nawet (przy nie-

dużych długościach) z płótna. Prąd powietrza zmuszony jest ominąć przegrodę, a tym samym przepłynąć w pobliżu przodka. Lutnie wentylacyjne są to rury, wykonane z blachy (najczęściej), desek lub płótna impregnowanego (rys. 269) o średnicy 300 — 600 mm, zwykle zawieszane na obudowie. Mogą one działać ssąco (rys. 270) lub tłocząco (rys. 271), przy czym sposób drugi jest częściej stosowany, gdyż mamy tu energiczniejsze przewietrzanie przodka na skutek dmuchania powietrza. Celem zwiększenia ilości powietrza, doprowadzanego



Lutnia z wentylatorkiem

Rys. 273

przez lutnie do przodka, stosuje się najczęściej lutnie z wentylatorami (rys. 272 i 273).

16. POŻARY PODZIEMNE

POWSTAWANIE POŻARÓW

Przyczynami powstawania pożarów podziemnych mogą być: nieostrożne obchodzenie się z ogniem, wybuchy gazu kopalnianego i pyłu węglowego, zwarcia w sieci elektrycznej, rozmyślne podpalenie, najczęściej jednak — samozapalenie węgla lub pirytów.

Proces samozapalenia węgla polega na jego utlenianiu, któremu w wysokim stopniu sprzyja zdolność węgla do adsorbowania tlenu, tzn. gromadzenia i zagęszczania jego cząsteczek na powierzchni węgla. Sam proces adsorpcji tlenu może podnieść temperaturę węgla do $+ 50^{\circ}$. W dalszym ciągu samozagrzewanie węgla odbywa się już wskutek chemicznej reakcji utleniania i przebiega coraz szybciej. W miarę podnoszenia się temperatury następuje odgazowanie węgla, wydzielają się węglowodory oraz dwutlenek i tlenek węgla. Po osiągnięciu pewnej temperatury (około 350°) następuje przejście procesu utleniania w palenie. Nadmienić tu należy, że pożar wskutek samozapalenia nie powstaje w nienaruszonej caliznie węglowej, lecz tylko tam, gdzie mamy 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 samozagrzewania węgla wydzielają się tlenek węgla i węglowodory, których charakterystyczny zapach przypominający zapach nafty, jest niezawodną oznaką początku pożaru. W dalszym stadium rozwoju następuje zapalenie węgla, któremu towarzyszy wydzielanie się dymów o coraz ciemniejszym zabarwieniu w miarę powiększania się pożaru.

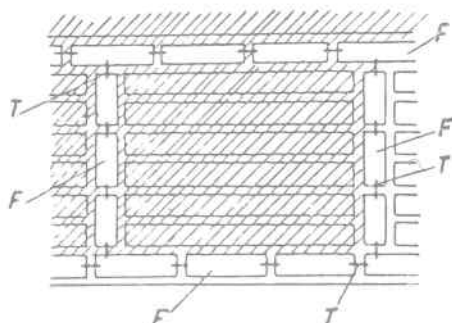
Dymy pożarowe zawierają w swym składzie między innymi również i gazy palne oraz sadzę. Po zmieszaniu z powietrzem i zapaleniu może nastąpić wybuch gazów pożarowych. Dlatego też przepisy zabraniają używania w kopalniach otwartych lamp w czasie pożarów.

Na ogół pożary wskutek samozapalenia powstają w starych zrobach, w wyrobiskach, gdzie znajduje się większa ilość rozdrobionego węgla, oraz w spękanych i zgniecionych caliznach węglowych.

ZAPOBIEGANIE POŻAROM

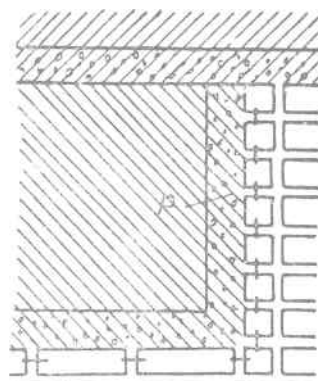
Dla uniknięcia pożarów w starych zrobach należy stosować takie systemy wybierania, przy których można uniknąć pozostawiania węgla w wybranej przestrzeni (np. system ścianowy). Jest to jednym z powodów, że pożary w pokładach cienkich są zjawiskiem znacznie rzadszym niż w pokładach grubych, przy których wybieraniu pozostają w starych zrobach duże ilości węgla. Gdy pozostawienie węgla w starych zrobach jest nieuniknione, to zapobiega się pożarom przez niedopuszczenie do przepływu powietrza przez stare zrobry oraz przez izolowanie wyeksploatowanych pól za pomocą niewybranych filarów ognio-
wych F i tam T , zbudowanych we wszystkich wyrobiskach, mających

połączenie ze starymi zrobami (rys. 274). Filary ogniowe z biegiem czasu mogą być rozgniecione i stać się same ogniskiem pożaru. Dlatego też korzystniej jest zamiast filarów ogniowych stosować pasy *P* z podsadzki płynnej (rys. 275) lub — jeszcze lepiej — prowadzić wybieranie z podsadzką.



Isolowanie wybranych pól filarami ogniowymi *F* i tamami *T*

Rys. 274



Isolowanie wybranych pól pasami podsadzki *P*

Rys. 275

Dla uniknięcia pożarów wskutek **nagromadzenia drobnego węgla** w wyrobiskach dąży się do zmniejszenia w nich ciśnienia (np. przez zmniejszenie wymiarów chodników) oraz usuwa się odpadający z piętra i ścian węgiel przez oczyszczanie i przebudowę chodników.

Pożary miału węglowego zdarzają się nie tylko w wyrobiskach podziemnych, lecz również i na zwałach powierzchniowych. W celu zapobieżenia tym pożarom należy składować węgiel w zwałach o małej wysokości oraz ewentualnie pokrywać je zaprawą dla niedopuszczenia powietrza do ich wnętrza.

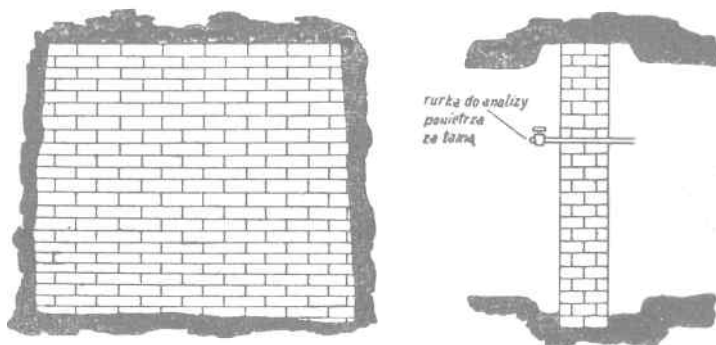
W szczelinach węglowych wypełnionych pyłem i miałem możemy uniknąć pożarów przez izolowanie tych szczelin i niedopuszczenie do nich powietrza. Izolowanie takie robi się przez pokrywanie boków wyrobisk zaprawą cementową lub wapienną, gliną względnie przez wykonanie w wyrobisku obudowy murowej lub betonowej. Bardzo dobrym sposobem jest zamulanie (woda z drobnym piaskiem lub iłem) lub cementowanie szczelin. Przeprowadza się to przez wtłaczanie do nich mułu lub mleka cementowego za pomocą specjalnie wykonanych otworów wiertniczych.

GASZENIE POŻARÓW

Jeżeli dojście do miejsca pożaru jest możliwe, jak to bywa np. w początkowym jego okresie, dąży się do wybrania zagranego lub nawet rozżarzonego węgla, polewając go w miarę możliwości wodą. Należy przy tym pamiętać, że przy polewaniu 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.

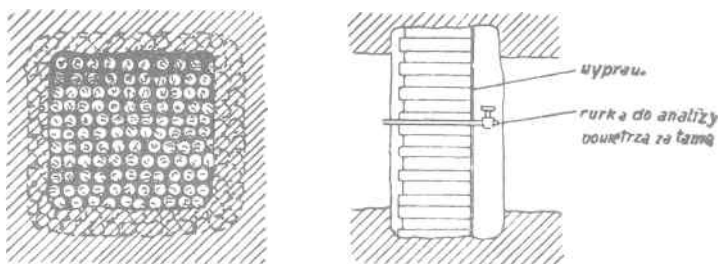
Samo tylko zalanie rozżarzonego węgla wodą lub wtłaczanie jej pod ciśnieniem do zaognionej calizny bez wybrania węgla nie jest skuteczne,

gdyż pożar wznawia się już po krótkim czasie. O wiele skuteczniejszy jest sposób gaszenia pożaru przez zamulanie lub cementowanie szczelin, względnie przez wypełnienie objętego pożarem wyrobiska podsadzką płynną. W tym wypadku woda ochładza węgiel, piasek zaś izoluje ognisko, nie dopuszczając do niego powietrza.



Tama ogniowa z muru

Rys. 276



Tama kłocowa

Rys. 277

W wypadku, gdy dojście do miejsca pożaru jest niemożliwe ze względu na jego położenie (np. stare zroby) lub duży rozwój, stosuje się izolowanie objętej pożarem części kopalni za pomocą tam ogniowych i stłumienie ognia przez odcięcie dopływu powietrza. Sposób ten, podobnie jak i użycie podsadzki płynnej, należy do najbardziej pewnych i skutecznych sposobów gaszenia pożarów podziemnych. Toteż w kopalniach, gdzie pożary są częste, powinny być z góry przygotowane w poszczególnych polach ogniowe tamy izolacyjne, które mogą być zamknięte 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, a to dla jak najszybszego przerwania dopływu powietrza do



Tama z podsadzki płynnej
(korek zamulkowy)

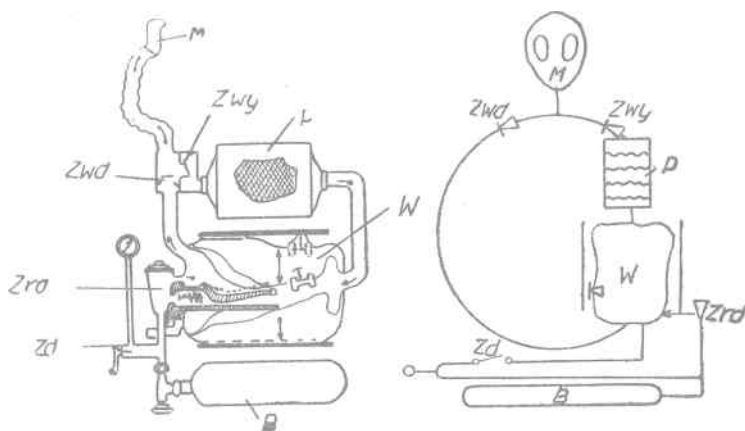
Rys. 278

ognia. Następnie wykonuje się ostateczne tamy ogniowe murowe (rys. 276), kłocowe (rys. 277) lub z podsadzki płynnej (rys. 278).

Zamykanie tamami przestrzeni objętej pożarem rozpoczyna się od strony dopływu świeżego powietrza, kończy się zaś od strony wylotu gazów.

AKCJA RATOWNICZA

W czasie prowadzenia akcji przeciwpożarowej załoga kopalni, oprócz ludzi biorących udział w akcji, powinna być usunięta z miejsc zagrożonych, natomiast w pogotowiu musi być drużyna ratownicza, zaopatrzona w aparaty oddechowe, umożliwiające przebywanie i wykonywanie pracy w atmosferze zadymionej lub zagazowanej. Na każdej kopalni musi być taka drużyna, stale szkolona. Poza tym kopalnia obowiązana jest posiadać odpowiednią ilość aparatów oddechowych, lamp itd.



Aparat oddechowy roboczy

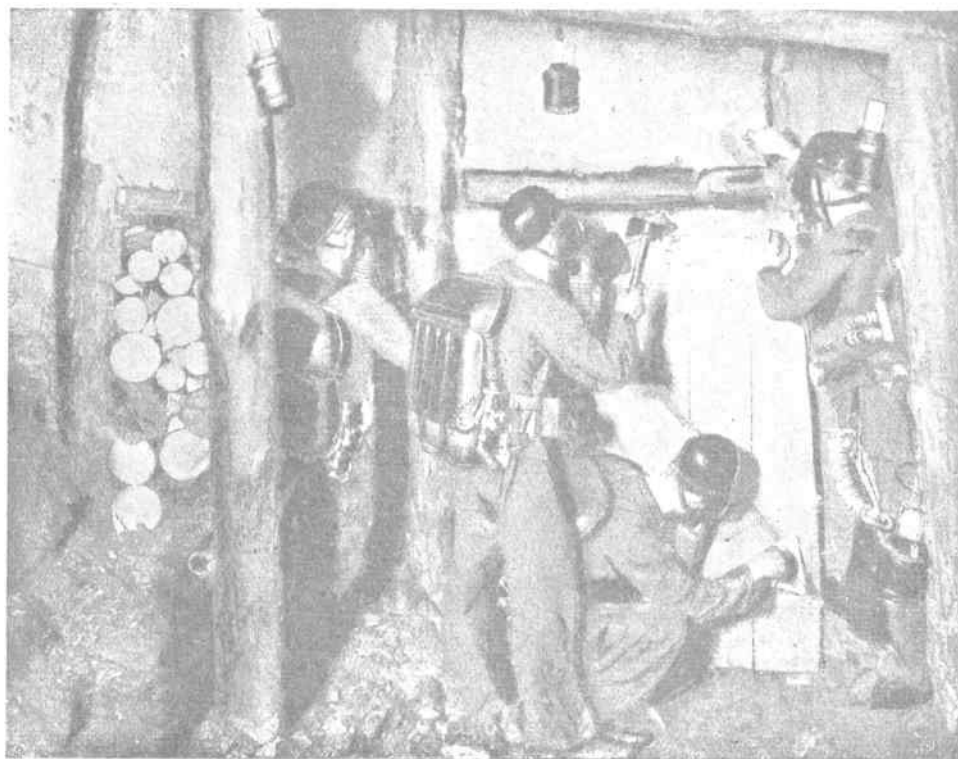
Rys. 279

Konstrukcji aparatów oddechowych jest wiele a z nich największe zastosowanie mają aparaty tlenowe (rys. 279) składające się ze szczelnej maski M , połączonej węzami gumowymi przez zawór wdechowy Z_{wd} z workiem powietrznym W i wydechowy Z_{wy} — z pochłaniaczem dwutlenku węgla i pary wodnej P . W aparacie tym jest zamknięty obieg powietrza, przy czym zużyty przez płuca tlen uzupełnia się stale z jednej lub dwóch butli stalowych B , gdzie znajduje się 2 litry czystego tlenu pod ciśnieniem 150 at, który dostaje się do worka powietrznego przez specjalny zawór redukcyjny Z_{rd} . W chwilach cięższej pracy i większego zapotrzebowania tlenu może być doprowadzona jeszcze dodatkowa jego ilość za pomocą zaworu dodatkowego Z_d . W aparatach takich można przebywać przez 2 godziny.

Aparaty oddechowe przechowuje się w kopalni na 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.



Drużyna ratownicza w akcji

Rys. 280

Na rys. 280 podajemy fotografię drużyny ratowniczej w akcji.

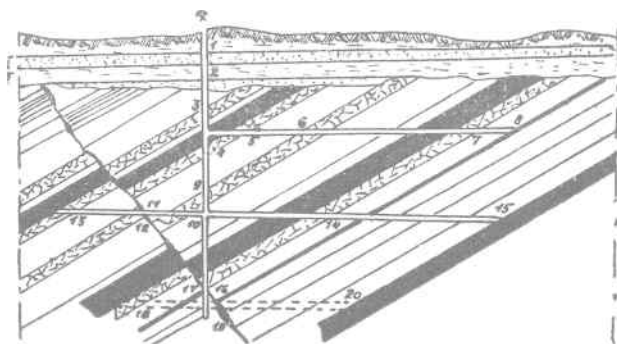
OTWIERANIE OTAMOWANYCH PÓL

Po otamowaniu pola zaognionego wszystkie tamy muszą być stale kontrolowane. Sprawdza się ich szczelność, mierzy się ciśnienie i temperaturę powietrza za tamami oraz pobiera próby gazów spoza tam dla 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 tym, ażeby w razie konieczności można było każdej chwili ponownie zamknąć pole. 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 zagrzanego węgla.

17. ODWADNIANIE KOPALNI

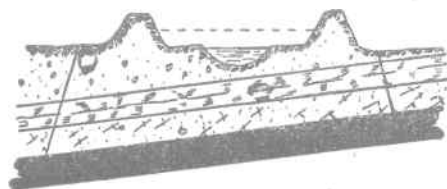
Woda dostaje się do kopalni przez szczeliny lub pory skał wodonośnych. Zgłębianie szybów i wykonanie przecznicy oraz innych wyrobisk, które przecinają różne pokłady wodonośne, przyczynia się do zwiększenia dopływu wody do kopalni (rys. 281). Dopływ ten wzmacnia się z chwilą przystąpienia do wybierania złoże, zwłaszcza na zawal, a to wskutek pęknięcia skał stropowych.



Miejsca dopływu wody do kopalni
(oznaczono cyframi)

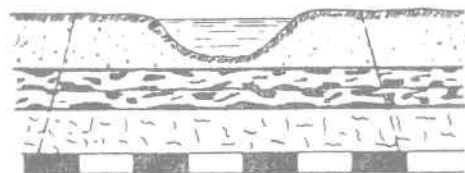
Rys. 281

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 mogłaby zaopatrzyć w wodę trzecią część ludności Polski. Zwalczanie tak dużego dopływu wody wymaga odpowiednich urządzeń, służących bądź to 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 powyżej najwyższego możliwego stanu wód sąsiednich rzek, jezior itp. Dla uniknięcia dostania się wód powierzchniowych do kopalni może również zachodzić konieczność spuszczenia stawów lub też przesunięcia i uregulowania koryt rzek.



Filar ochronny pod zbiornikiem wody

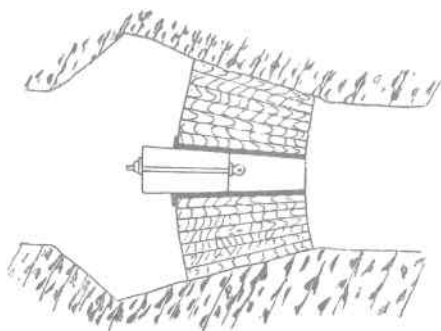
Rys. 282



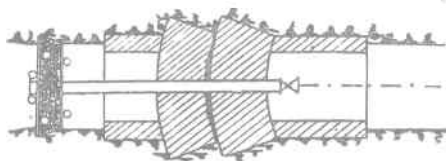
Częściowe wybranie filaru ochronnego

Rys. 283

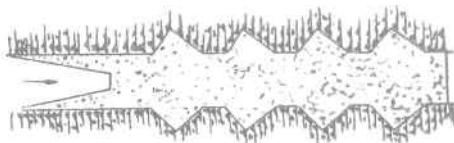
Ochrona nadległych warstw skalnych celem niedopuszczenia wody przez wytworzone szczeliny polega na pozostawieniu pod zbiornikami wód niewybranych części złoże, czyli tzw. filarów ochronnych



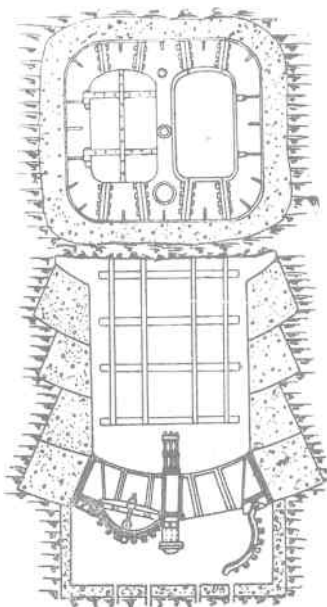
Tama wodna drewniana
Rys. 284



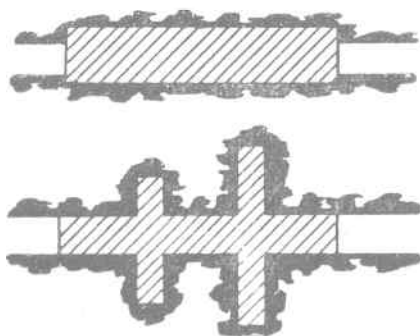
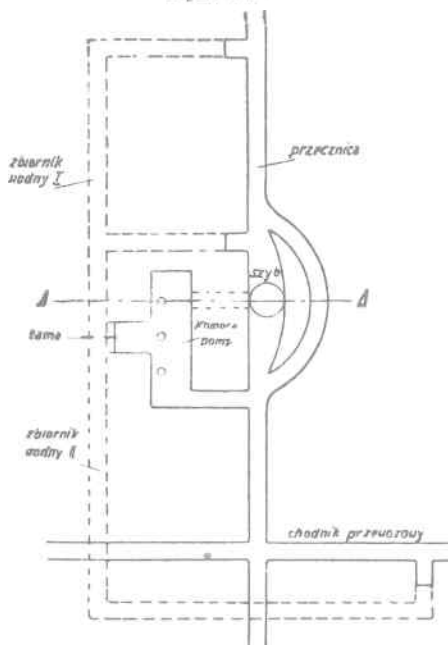
Tama wodna murowa
Rys. 285



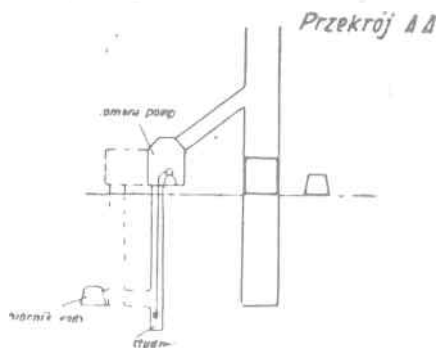
Tama wodna betonowa
Rys. 286



Tama wodna z drzwiami żelaznymi
Rys. 287

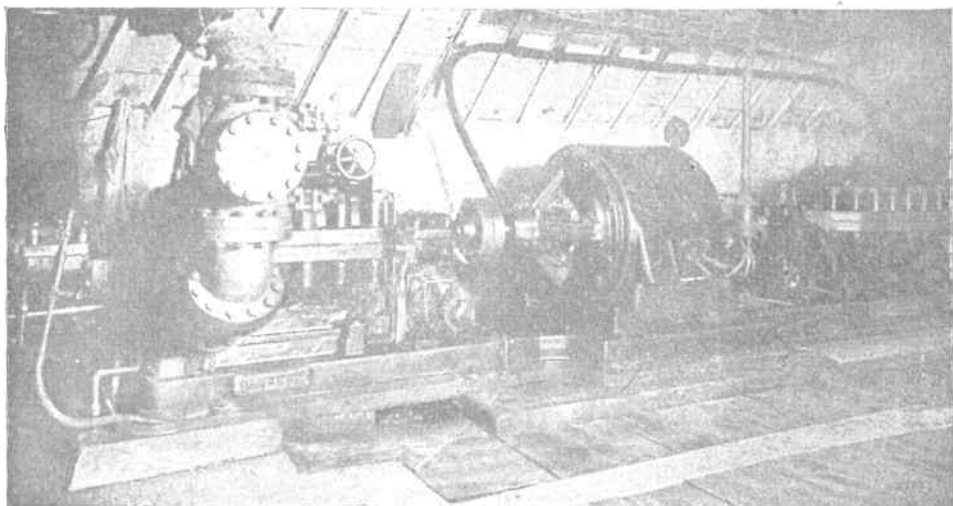


Tama wodna w kopalni soli
Rys. 288



Zbiorniki wodne i komora pomp
Rys. 289

(rys. 282). Jeżeli skały stropowe są mocne, filary te mogą być częściowo (np. w 50%) wyeksploatowane systemem komorowym z pozostawieniem między komorami niewybranych pasów pokładu (rys. 283), 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 mogą być całkowicie wybrane 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 kopalniach węgla brunatnych, zalegających pod silnie wodonośnymi piaskami lub glinami piaszczystymi, eksploatacja bez uprzedniego osuszenia nadkładu jest bardzo często niemożliwa.



Komora pomp
Rys. 290

W sąsiedztwie zatopionych starych zrobów lub silnie wodonośnych szczelin uskokowych pozostawia się niewybrane pasy pokładu (tzw. filary oporowe), zaś w chodnikach znajdujących się w tych filarach buduje się tamy wodne.

Tamy wodne mogą być wykonane z drewna (rys. 284), cegieł (rys. 285), betonu (rys. 286) lub żelbetu. W tych wypadkach, gdy roboty górnicze zbliżają się do podziemnych zbiorników wodnych i zachodzi możliwość nagłego wdarcia się wody, dla pewności zabezpieczamy kopalnię za pomocą tam wodnych z drzwiami (rys. 287), które normalnie są otwarte, a zamyka się je dopiero w chwili, gdy kopalni grozi niebezpieczeństwo zatopienia. Drzwi do tam wodnych wykonuje się przeważnie z żelaza lub żeliwa, przy czym otwierają się one w stronę, skąd spodziewany jest przyływ wody.

W kopalniach soli, gdzie możliwe jest ługowanie złoża przez wodę, wykonuje się tamy z łu, przy czym posiadają one skrzydła, głęboko wpuszczone w ściany chodnika (rys. 288).

Opisane wyżej środki zapobiegawcze mogą jedynie ograniczyć dopływ wody do kopalni, gdyż wskutek obecności skał wodonośnych i szczelin oraz nieszczelności tam woda będzie zawsze dostawała się do kopalni i musi być usuwana.

W wypadku udostępnienia złoża za pomocą sztolni woda może **samoczynnie odpływać**; natomiast przy udostępnieniu za pomocą szybu woda dostaje się do zbiorników lub chodników wodnych na podszybiu, skąd musi być **pompowana** na powierzchnię (rys. 289). **Pompy** stosowane obecnie w kopalniach są prawie wyłącznie odśrodkowe o napędzie elektrycznym. Pompy umieszcza się w specjalnych komorach pomp (rys. 290), znajdujących się w pobliżu szybu nad zbiornikiem wodnym.

Odwadnianie szybu w czasie jego głębienia odbywa się bądź za pomocą kubłów, służących równocześnie do wyciągania urobku, bądź też — przy większych dopływach wody — za pomocą pomp odśrodkowych zawieszonych na linach.

18. TRANSPORT PODZIEMNY

Urobek wydobyty w przodkach musi być odtransportowany pod szyb, a stamtąd wydany na powierzchnię ziemi. Odwrotnie z powierzchni ziemi do kopalni trzeba przetransportować cały szereg materiałów niezbędnych do prowadzenia pracy związanej z wydobywaniem, jak np. słupy i stropnice dla obudowy, stal, cement, cegły, materiały wybuchowe itp.

W transporcie urobku w kopalni można wyróżnić trzy zasadnicze rodzaje:

Odstawę czyli transport urobku z przodka do głównych dróg przewozowych lub nawet do podszybia, odbywający się bądź to samoczynnie, bądź też za pomocą zgarniarek lub różnego rodzaju przenośników.

Przewóz czyli transport urobku za pomocą środków kołowych (torowych i beztorowych).

Ciągnięcie czyli transport urobku w kierunku pionowym za pomocą urządzeń wyciągowych (klatek, skipów). Ten rodzaj transportu rozpatrzymy oddzielnie w rozdziale 20.

ODSTAWA UROBKU

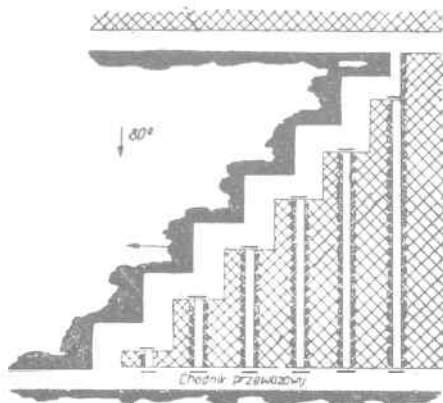
Odstawa urobku własnym ciężarem

Najprostszym sposobem odstawy jest samoczynne zsypywanie się urobku w **zsypaniach**, wykonanych w postaci pionowych lub pochyłych kominów (rys. 291), z których urobek dostaje się do podstawianych na chodniku wozów (rys. 292). Ten sposób odstawy może być jednak użyty tylko tam, gdzie nie zależy nam na grubszych sortymentach urobku, gdyż połączony jest z bardzo silnym rozdrabnianiem urobku.

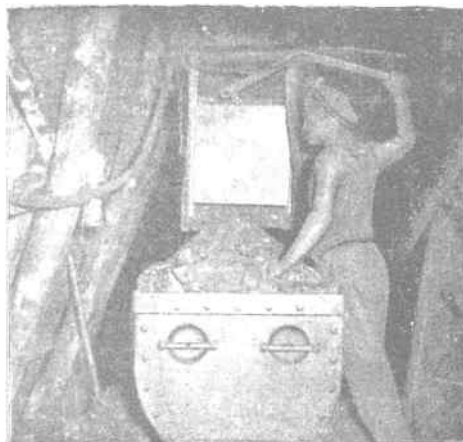
Niemniej prostym środkiem odstawy są **zsuwnie**, gdzie urobek samoczynnie może się zsuwać po spagu, pomostach (rys. 293) lub żłobach nieruchomych (rys. 294). Ten sposób odstawy może być stosowany w po-

kładach lub żyłach stromych. W roku 1936 zastosowano zsuwnie śrubowe (rys. 296) do transportu urobku w szybkach i szybach.

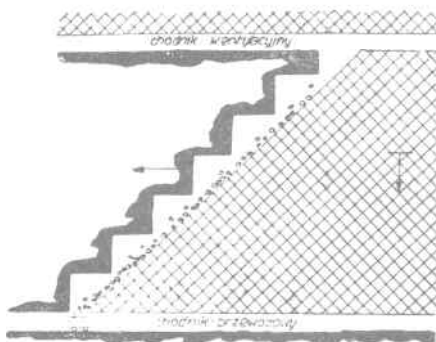
Do opuszczania urobku w szybkach stosuje się nośniki szybikowe (tzw. paternostry rys. 295), gdzie na łańcuchu bez końca osadzone są



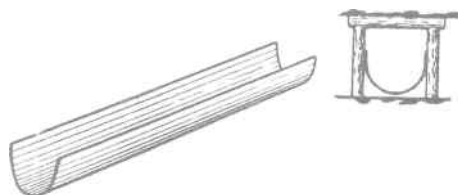
Zsypnie
Rys. 291



U wylotu zsypni
Rys. 292



Zsuwnia
Rys. 293



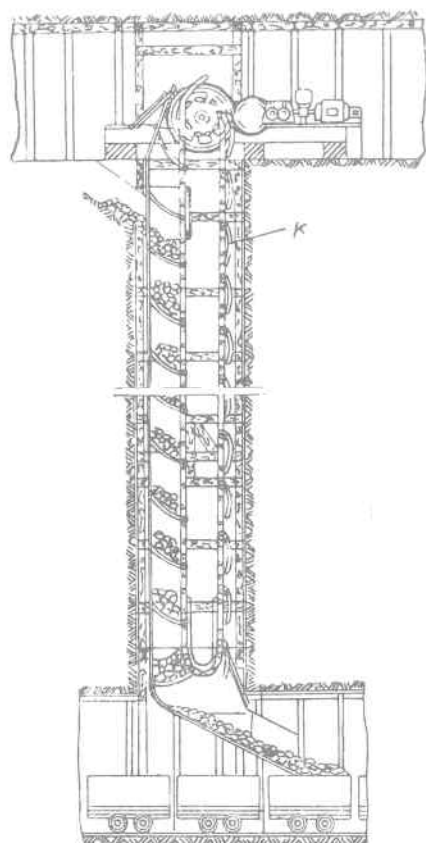
Żłoby nieruchome
Rys. 294

przegubowe klapy K , odchylające się przy ruchu w dół oraz zamykające przy ruchu do góry.

Wszystkie powyższe urządzenia wymagają dużych upadów ($20-90^\circ$), a więc nie nadają się w większości kopalń.

Odstawa urobku przenośnikami

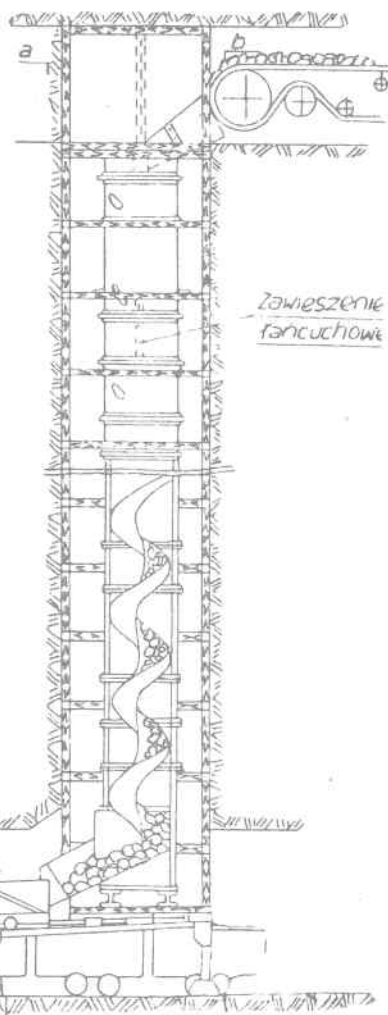
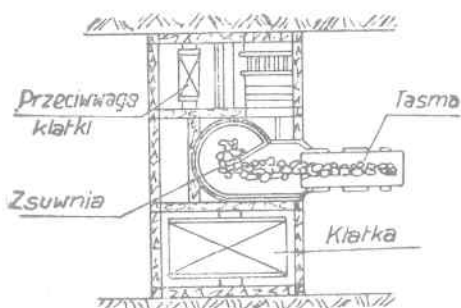
Pierwszymi przenośnikami do odstawy urobku były żelazne przenośniki wstrząsane (rys. 297), opatentowane w roku 1907 przez inż. R. Riegera, późniejszego profesora Akademii Górniczej w Krakowie. Przenośniki te do dziś jeszcze stanowią jeden z głównych środków odstawy urobku w kopalniach. Składają się one z 3-metrowych rynien



Nośnik szybikowy (paternoster)

Rys. 295

Przekrój a-D

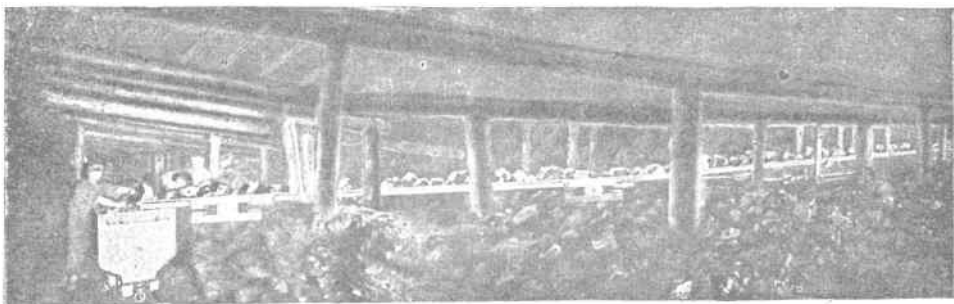


Potrząs. stół. załad.

Zsuwnia śrubowa

Rys. 296

(rys. 298), łączonych na śruby (rys. 300) lub kliny. Całość układu się na spągu pokładu na specjalnych toczkach rolkowych (rys. 299) lub kulowych względnie zawiesza się na linkach lub łańcuchach (rys. 301),

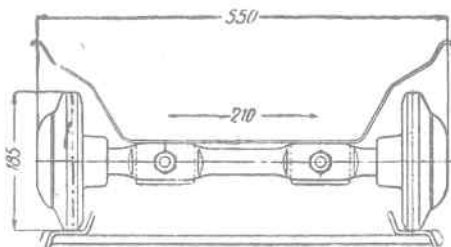


Przenośnik wstrząsany
Rys. 297

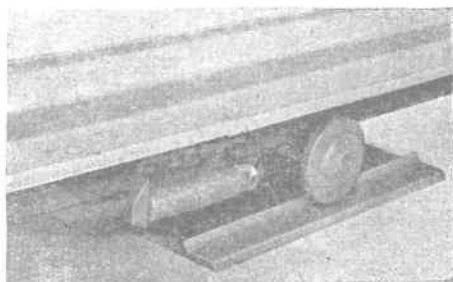
przymocowanych do stojaków lub stropnic. Napęd rynien odbywa się za pomocą silników powietrznych lub elektrycznych. Znajdują one przede wszystkim zastosowanie w przodkach ścianowych, niemniej jednak używa się ich również i do odstawy urobku w zabierkach, w chodnikach, do-wierzchniach i pochylniach. Wydajność rynien wstrząsanych jest dość



Wylot przenośnika wstrząsanego
Rys. 298



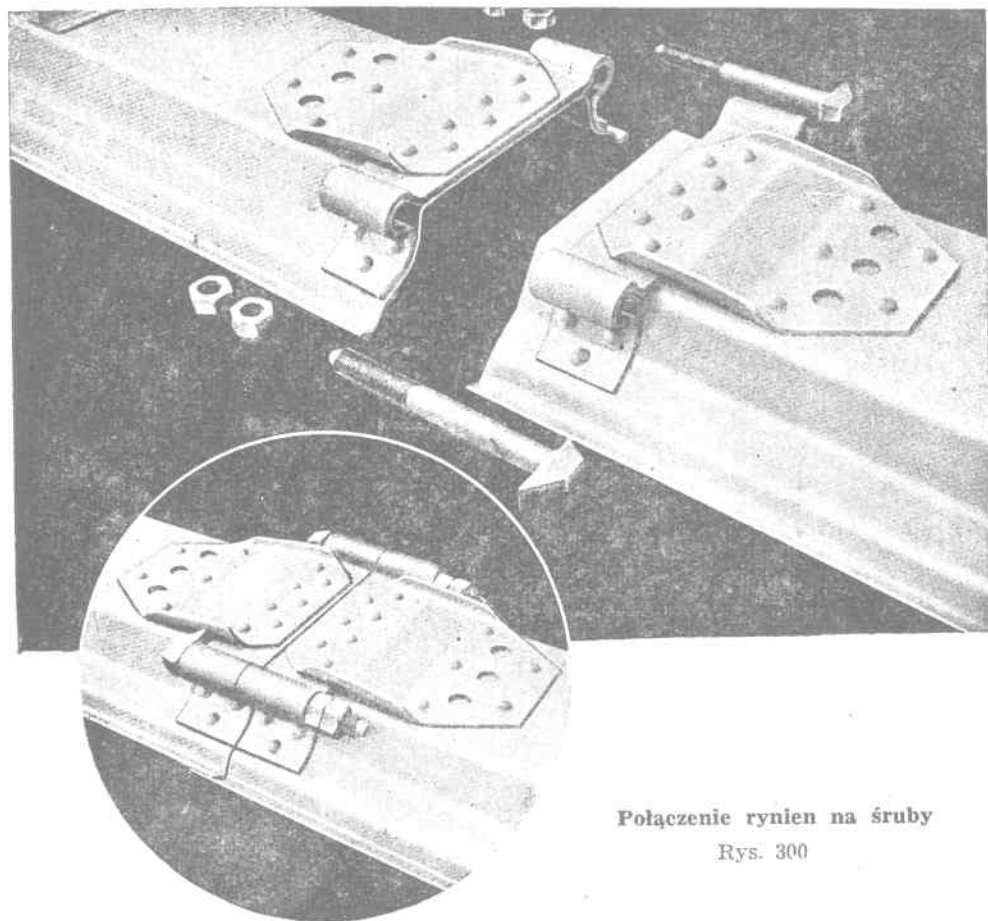
Toczek rolkowy dla rynien
Rys. 299



duża i przekracza nawet 50 t/godz. Wadą ich są wstrząsy, duży hałas w wyrobiskach i niemożliwość transportu po wzniesieniu.

Chcąc uniknąć tych wad zastosowano w kopalniach przenośniki zgrzeblowe (rys. 302), gdzie rynna pozostaje nieruchomą, natomiast po niej porusza się jeden lub dwa łańcuchy (rzadziej liny) bez końca,

zaopatrzone w poprzeczne listwy, noszące nazwę zgrzebeł. Łańcuch lub lina poruszające się wzdłuż rynien zbierają swymi zgrzeblami nasypany urobek i ciągną go do miejsca wyładunku. Łańcuch przechodzi przez

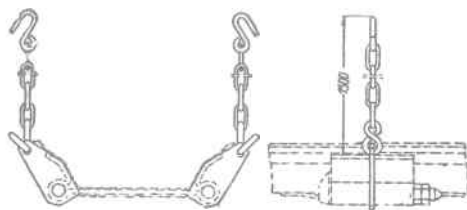


Połączenie rynien na śruby

Rys. 300

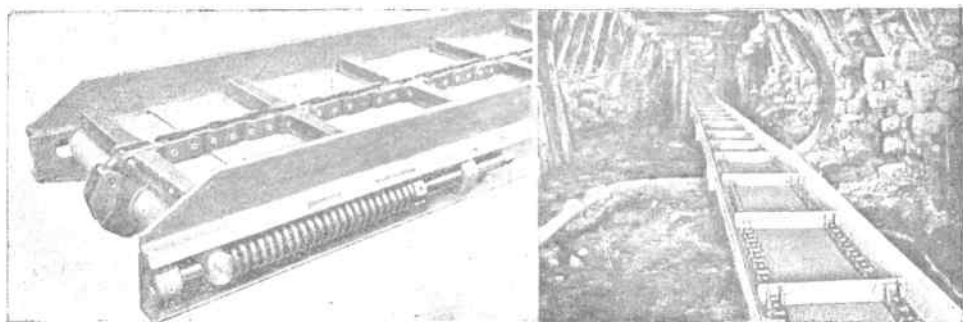
bęben napędowy i spodem biegnie pod rynnami do bębna zwrotnego, znajdującego się na drugim końcu rynien.

Dla ułatwienia przekładania przenośnik składa się z szeregu 2,5 m rynien, łączonych ze sobą na zamki. Przenośniki te odgrywają w górnictwie coraz większą rolę i zastępują przenośniki wstrząsane. Wydajność ich dochodzi do 50, a nawet 100 t/godz. Zaletą ich jest, że pracują bez wstrząsów oraz mogą transportować urobek tak po upadzie, jak i po wzniesieniu (do 30°). Wadą ich jest charakterystyczny zgrzyt w czasie pracy oraz poważne ścieranie urobku.



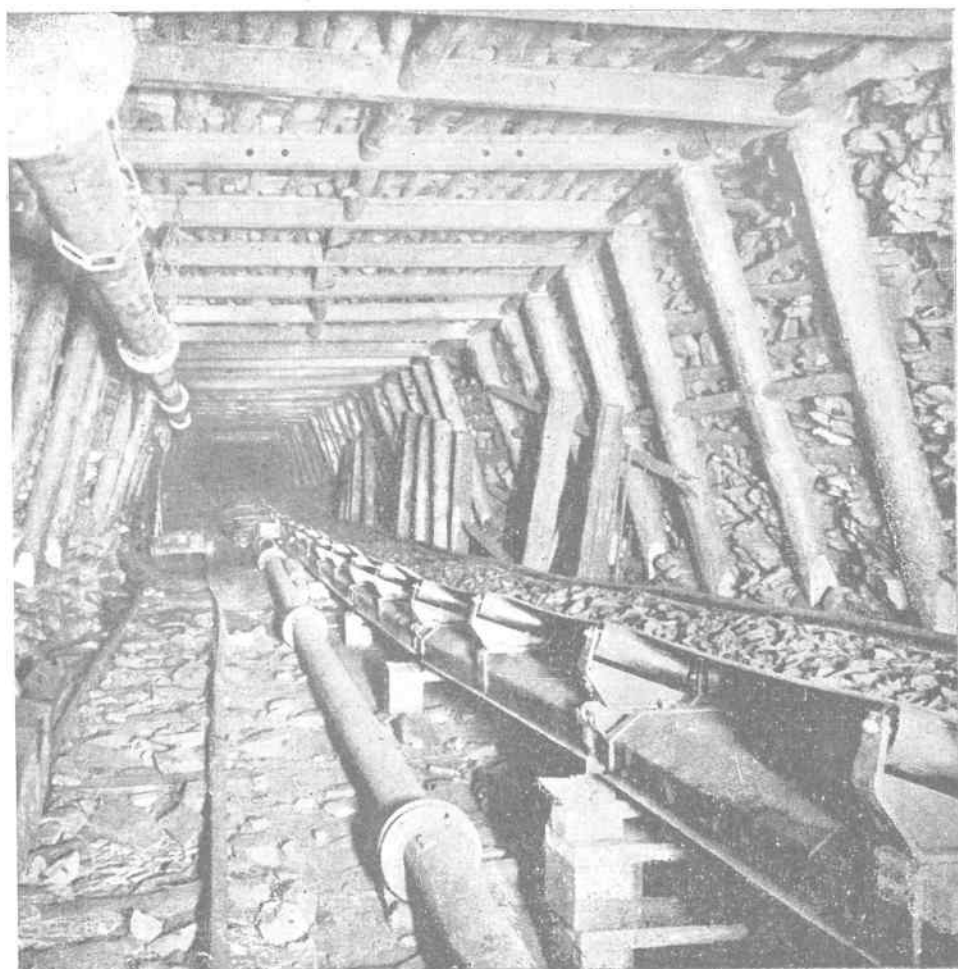
Zawieszenie rynien na łańcuchach

Rys. 301



Przenośniki zgrzeblowe

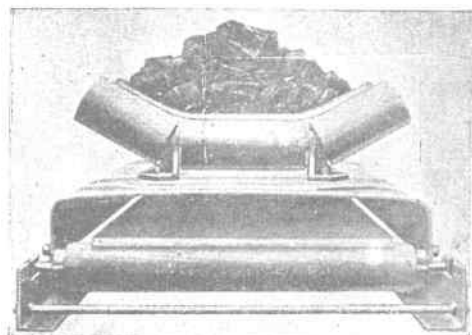
Rys. 302



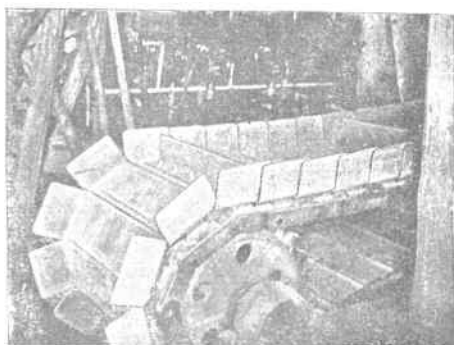
Przenośnik gumowo-taśmowy

Rys. 303

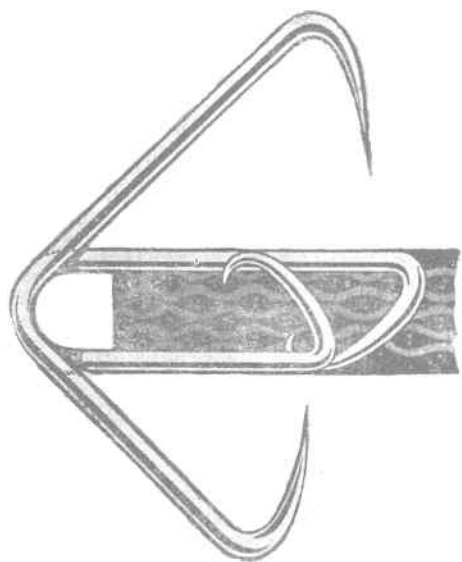
Do pracy na większych upadach mogą być stosowane przenośniki zgrzeblowe hamowane, które zamiast napędu mają urządzenia hamulcze.



Krażniki przenośnika taśmowego
Rys. 304



Przenośnik stalowo-członowy
Rys. 305



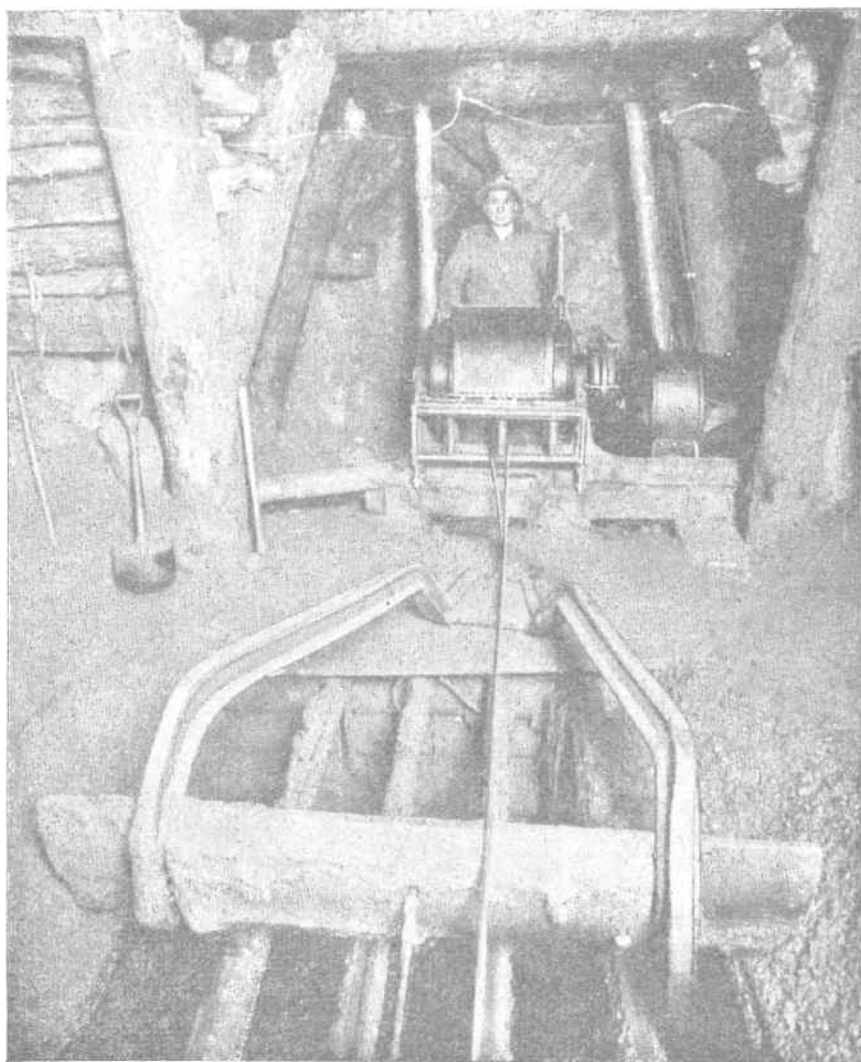
Spinki taśmowe
Rys. 306



Czerpak zgarniarki
Rys. 307

Bardziej cicho i spokojnie pracują przenośniki taśmowe, zwane również taśmami transportowymi. Taśmy bywają gumowe (rys. 303) lub stalowe (rys. 305). Taśmy bez końca przechodzą przez dwa bębny: czołowy — napędzany silnikiem i końcowy — napinający taśmę. Nośna część taśmy gumowej podtrzymywana jest na potrójnych krażnikach (rys. 304), część powracająca dołem — na pojedynczych. Napęd przeważnie elektryczny. Taśmy gumowe łączy się ze sobą za pomocą specjalnych spinek (rs. 306) czyli tzw. nilosów.

Do zalet taśm transportowych zaliczyć należy dużą wydajność (do 150 t/godz i więcej) i możliwość transportowania urobku nawet w kierunku wzniesienia przy niewielkim upadzie (17° — 18°) pokładu. Są one jednak znacznie droższe od przenośników wstrząsanych.



Kołowrót zgarniarki i wlot do zsypni

Rys. 308

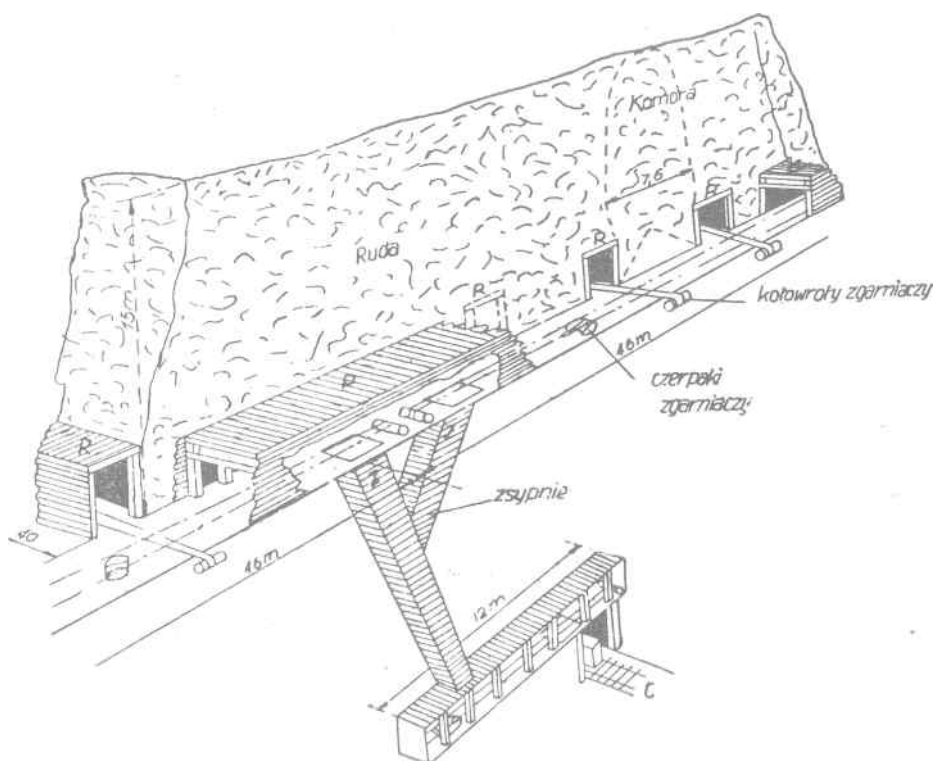
Przenośniki tego rodzaju pracują bardzo sprawnie i mają ogromne znaczenie w odstawie urobku, zwłaszcza w chodnikach zbiorczych, pochylniach, upadowych itp. W przodkach są jednak stosowane niechętnie ze względu na łatwość uszkodzenia.

Taśmy stalowe (rys. 306) wykonywane są z dwóch łańcuchów, do których ogniw przymocowane są korytkowe człony, stąd często stosowana nazwa przenośników stalowo-członowych w odróżnieniu od przenośników o całkowitej taśmie stalowej, u nas nieużywanych.

Przenośniki tego rodzaju pracują dobrze, są jednak bardzo ciężkie, a więc mogą być stosowane tam, gdzie nie jest wymagane częste ich przekładanie.

Odstawa urobku zgarniarkami

Pierwowzorem tego rodzaju odstawy było wygarnianie urobku za pomocą gracek. Umieszczenie następnie powiększonej gracki na linie, poruszanej za pomocą kołowrotu, stworzyło nowoczesny sposób odstawy zgarniarkami.



Zastosowanie zgarniarek w kopalni rudy

Rys. 309

Urządzenie takie składa się z dużego ($0,5 - 3,0 \text{ m}^3$) czerpaka w postaci kwadratowej (rys. 307) lub podkowiastej skrzyni bez dna, wpiętej między dwie liny, ciągnącą i zwrotną, nawijające się na dwa bębny kołowrotu (rys. 308).

Lina zwrotna przechodzi przez krążek umocowany w przodku. Przy ruchu roboczym (w stronę kołowrotu) pracuje lina ciągnąca czerpak, który napęnia się urobkiem i przesuwa po spągu do miejsca załadunku.

Odstawa zgarniarkami jest bardzo prosta i chętnie stosowana w kopalniach soli i rud (rys. 309), a niekiedy i w kopalniach węgla.

PRZEWÓZ

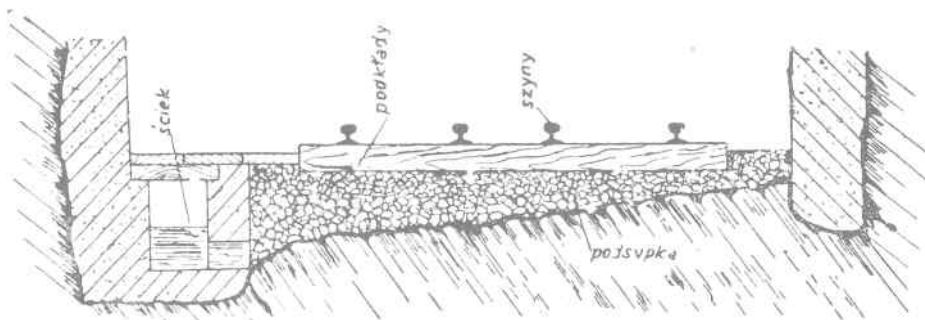
Transport urobku na głównych drogach przewozowych odbywa się przeważnie po torach szynowych za pomocą wozów kopalnianych.

Ten sposób transportu w ubiegłych latach starano się stosować wszędzie, gdzie to tylko było możliwe, zaczynając od przodków aż do szybu. Względnie te powodowały konieczność budowy wozów możliwie małych wymiarów, pozwalających na doprowadzenie ich aż do przodków wybierania. W związku z wprowadzeniem do kopalń przenośników i innych urządzeń służących do odstawy urobku z pól, przewóz w wozach ogranicza się obecnie coraz bardziej, zwłaszcza na kopalniach dużych, do głównych chodników przewozowych. Równocześnie z tym tory i wozy uległy znacznemu unowocześnieniu: Wąskie tory o lekkich szynach zastąpiono torami normalnymi o ciężkich szynach, dawne małe 0,5-tonowe wozy kopalniane zastąpiono wozami dużymi 5- i więcejtonowymi. Przewóz podziemny wskutek tego uległ poważnej reorganizacji i szybkimi krokami zdąża do upodobnienia się do przewozu powierzchniowego.

W kopalniach z reguły stosuje się przewóz torowy i dopiero w okresie ostatniej wojny w USA zaczęto stosować przewóz beztorowy w wozach oponowych.

Tory szynowe

Tor szynowy w kopalniach składa się (rys. 310) z podtorza i nawierzchni torowej, którą tworzy podsypka i podkłady z przymocowanymi do nich szynami.



Przekrój toru

Rys. 310

Podtorzem jest w kopalni z reguły spąg wyrobiska. Jeżeli jest on poziomy, odpowiednio twardy i niepęczniejący, mamy od razu gotowe podtorze. W wypadku spągu pochyłego musi on być odpowiednio wyrównany przez przybranie od strony wzniesienia i podsypywanie urobku z przybierki od strony upadu. Lokalne zagłębienia, napotkane w chodnikach, wyrównuje się najczęściej przez wykonanie nasypów z kamienia.

Podsypka służy do równomiernego rozłożenia nacisku kół, przenieszonego przez podkłady na podtorze. Równocześnie z tym cały tor staje się bardziej elastyczny, łagodząc uderzenia wozów o szyny. Oprócz tego podsypka pozwala utrzymać nawierzchnię na odpowiednim poziomie; dzięki możliwości podbijania jej pod podkłady zabezpiecza przed przesuwaniem się podkładów i ułatwia odprowadzenie wody z torów do ścieków.

Podkłady służą do utrzymania szyn w odpowiednim położeniu i do rozłożenia nacisku kół na większą powierzchnię podsypki. Mogą one być drewniane lub żelazne.

Najczęściej stosowane są podkłady drewniane (rys. 311) dzięki ich elastyczności, łatwości wykonania oraz taniości. Celem zabezpieczenia przed gniciem są one odpowiednio impregnowane. Długość podkładów zależy od szerokości toru i wynosi od 1 do 2 metrów.



Podkłady drewniane

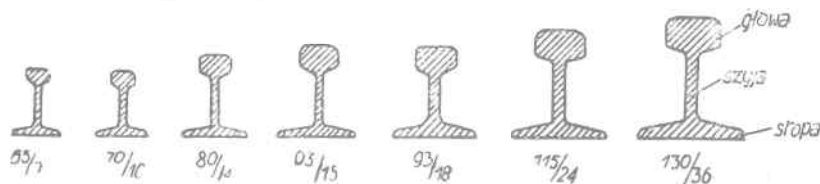
Rys. 311



Podkłady żelazne

Rys. 312

Podkłady żelazne (rys. 312) są stosowane znacznie rzadziej, gdyż są bardziej sztywne, łatwo rdzewieją, a przymocowanie do nich szyn jest bardziej skomplikowane.

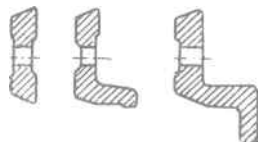


Szyny
Rys. 313



Łubki szynowe
Rys. 314

Stosowane przekroje



W kopalniach stosuje się szyny o najrozmaitszej wysokości i ciężarze, zaczynając od najlżejszych szyn wąskotorowych do szyn kolejowych. Przekroje szyn podane zostały na rys. 313. Pierwsza liczba przy każdej szynie oznacza wysokość jej w mm, druga -- ciężar w kilogramach jednego metra bieżącego. Szyny łączy się ze sobą bądź na śruby za pomocą łubek szynowych (rys. 314), bądź też spawa się je ze sobą.

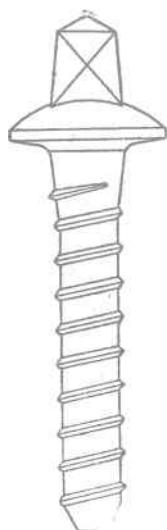
Szyny przytwierdza się do podkładów za pomocą szyniaków (gwoździ szynowych rys. 315) lub wkrętów (rys. 316), przy czym z reguły stosuje się po dwa szyniaki (wkręty) od strony wewnętrznej szyny i po jednym od strony zewnętrznej. Dla rozłożenia ciężaru wozów na podkłady daje się pod szyny żelazne podkładki (rys. 317).

Szerokość toru czyli odstęp między wewnętrznymi powierzchniami głów szyn jest bardzo różnorodna w kopalniach i wynosi od 400 do 1 050 milimetrów (szerokość normalnego toru kolejowego wynosi 1 470 mm).

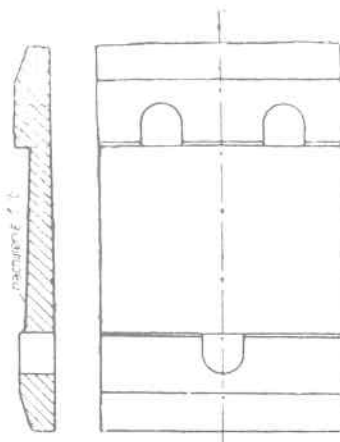
Tory na odcinkach prostych układa się poziomo, natomiast na łukach układa się tak, że zewnętrzna szyna leży nieco wyżej od wewnętrznej. Szerokość toru na łukach jest nieco (5 do 15 mm) większa od szerokości



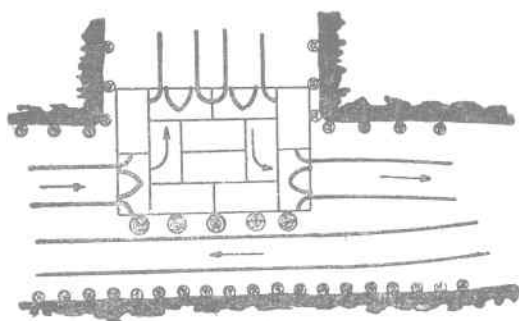
Szyniak
Rys. 315



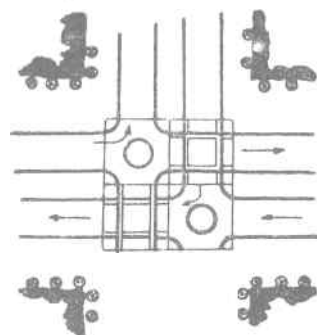
Wkręt
Rys. 316



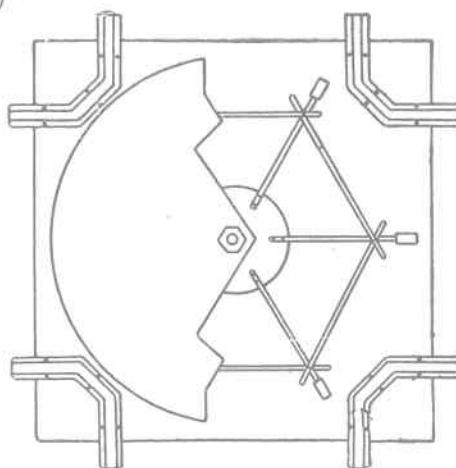
Podkładka
Rys. 317



a)



b)



c)

Płyty rozjazdowe
Rys. 318

na odcinkach prostych. Podwyższenie zewnętrznej szyny ma na celu zabezpieczenie wozu przed wykołajeniem wskutek występującej tu siły odśrodkowej.

W wypadku konieczności rozgałęzienia torów stosowane są różnego rodzaju rozjazdy przy czym należy tu odróżnić odgałęzienia dla wozów pojedynczych oraz odgałęzienia dla pociągów.

W miejscu rozgałęzienia toru dla pojedynczych wozów mogą być stosowane gładkie płyty rozjazdowe (rys. 318a), płyty rowkowane (rys. 318b) lub też płyty obrotowe (rys. 318c).

Rozgałęzienia dla pociągów wykonywane są w postaci różnego rodzaju rozjazdów (rys. 319), gdzie przez odpowiednie ustawienie iglic zwrotnicy możemy uzyskać żądany kierunek ruchu pociągów.

Wozy kopalniane

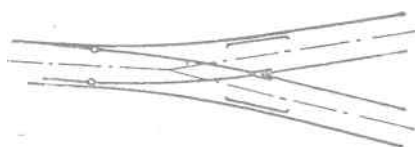
Wóz kopalniany składa się ze skrzyni, ramy lub podłużnic, zestawów kołowych i sprzęgieł.

Na rys. 320 podane zostały kształty skrzyń wozów, spotykanych w naszych kopalniach węgla. Rozróżnia się obecnie dwa rodzaje 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 pokazany jest na rys. 321, duży wóz kopalniany (5-tonowy) na rys. 322.

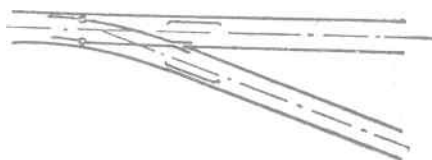
Małe wozy kopalniane osadza się bądź bezpośrednio na zestawie kołowym, bądź znacznie częściej na podłużnych belkach noszących nazwę podłużnic. Duże wozy z reguły osadza się na ramach, a między ramę i zestawy kołowe daje się resory.

Zestawy kołowe używane w kopalniach mogą mieć różną konstrukcję. Najprostszy zestaw kołowy o łożyskach ciernych pokazany jest na rys. 323. W zestawach tego rodzaju jedno z kół jest osadzone na osi luźnie, drugie — na stałe, co ułatwia przejście wozu na małych łukach spotykanych zwykle w kopalniach. Obecnie w użyciu są przeważnie zestawy o łożyskach stożkowo-rolkowych (rys. 324), mających mały współczynnik tarcia i pozwalających na niezależne obracanie się kół względem nieruchomej osi.

Sprzęgła służą do łączenia poszczególnych wozów ze sobą oraz z urządzeniem napędowym (lina, łańcuch, lokomotywa itp). Na rys. 325 pokazane są różne rodzaje sprzęgieł przenośnych, które zakłada



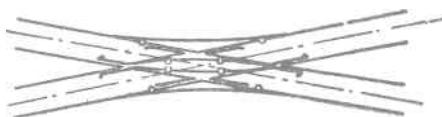
a rozjazd symetryczny



b rozjazd prawy

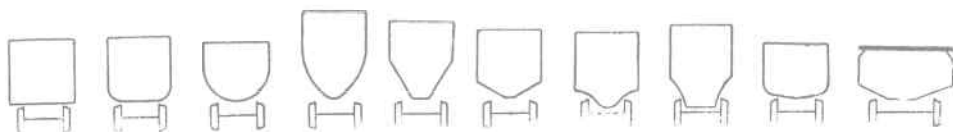


c rozjazd lewy



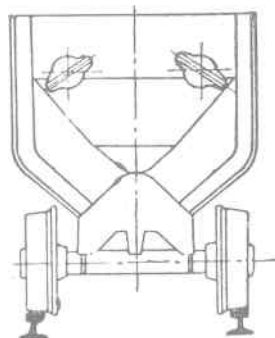
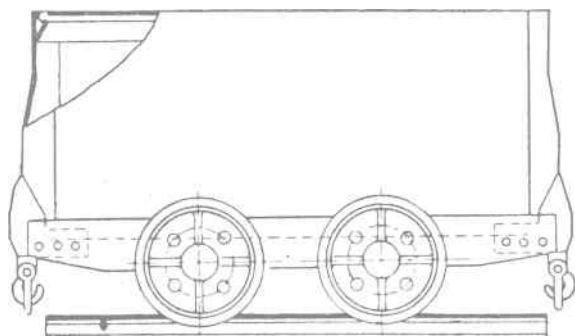
d rozjazd angielski

Rozjazdy
Rys. 319



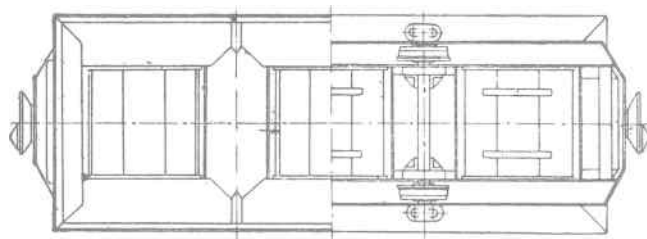
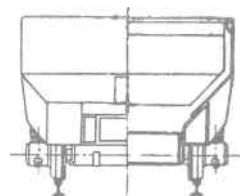
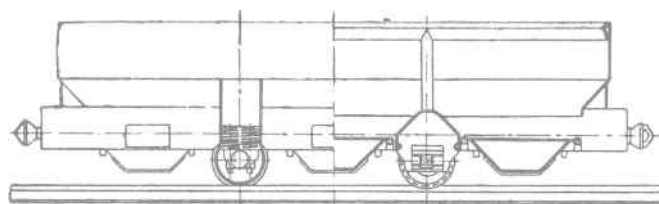
Skrzynie wozów

Rys. 320



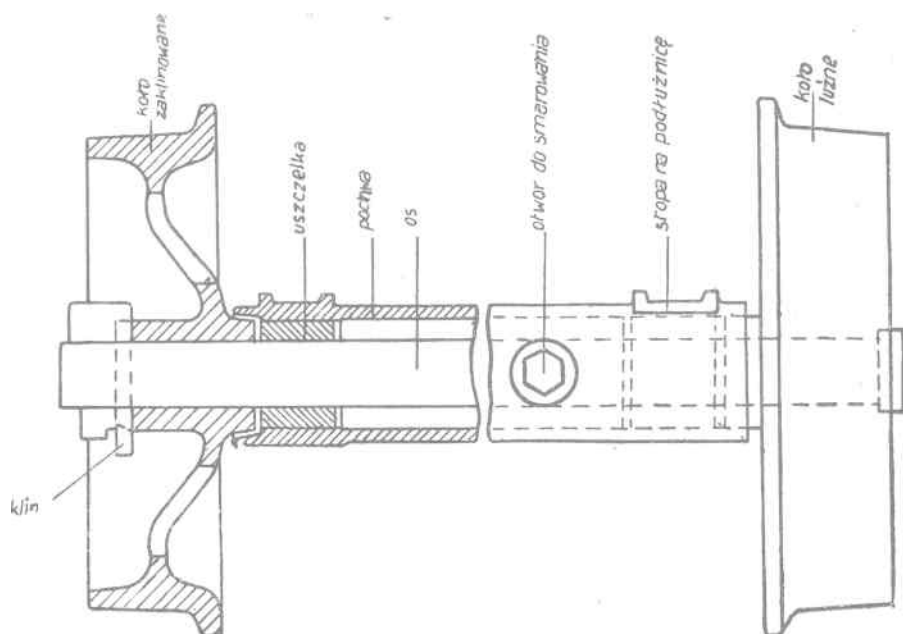
Mały wóz kopalniany

Rys. 321



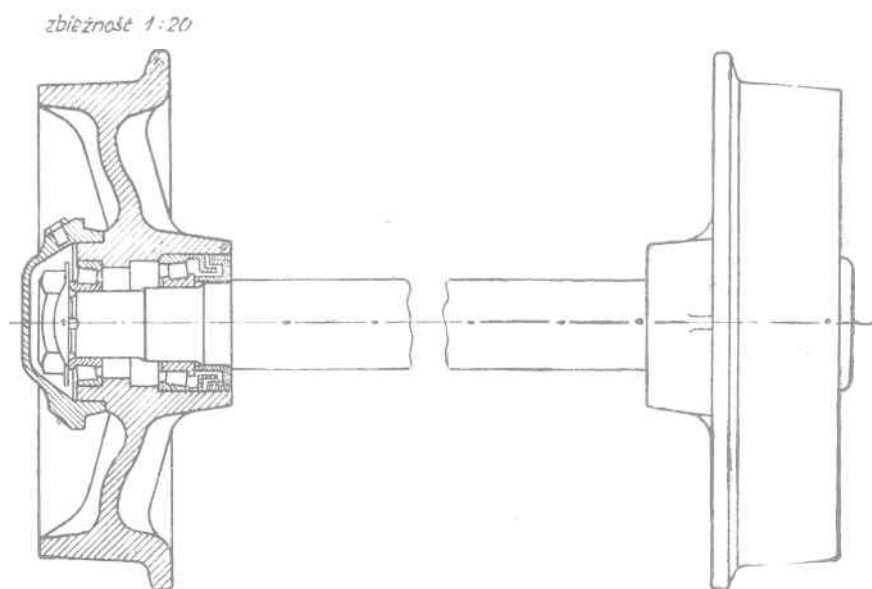
Duży wóz kopalniany (5 t)

Rys. 322



Zestaw kołowy o łożyskach ciernych

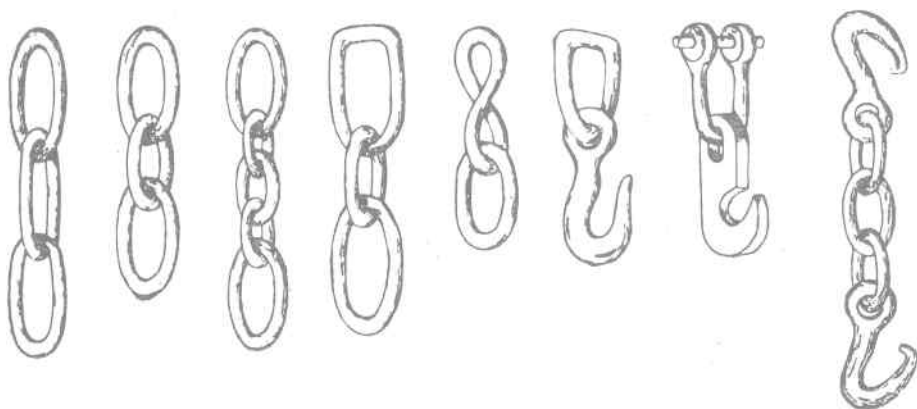
Rys. 323



Zestaw kołowy o łożyskach stożkowo-rolkowych

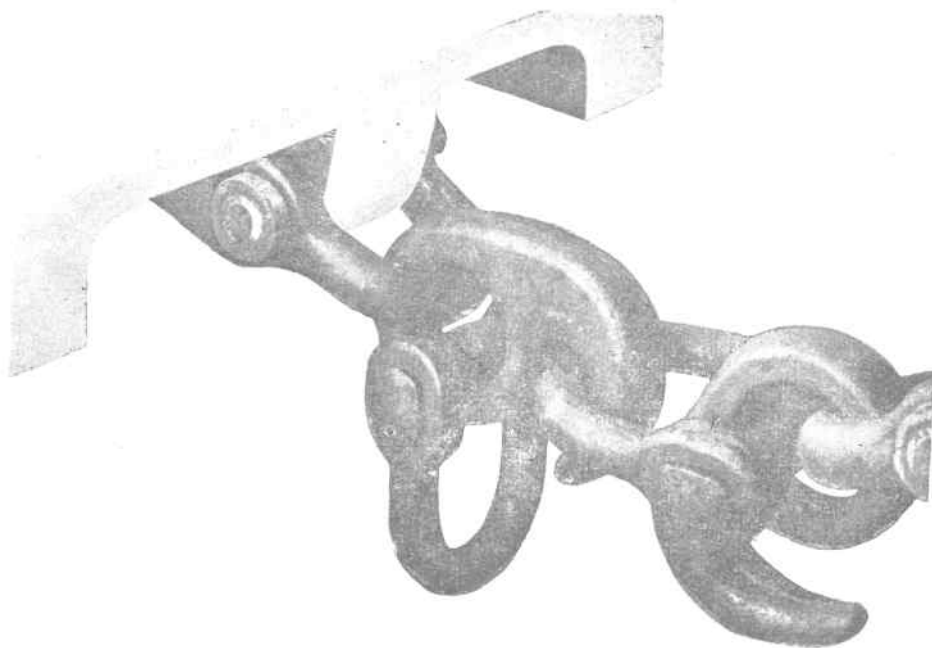
Rys. 324

się na odpowiednie haki przymocowane do ram wozów. Sprzęgła tego rodzaju łatwo jest zgubić, a na podszybiach muszą one być stale przenoszone ze strony wozów pełnych na stronę wozów próżnych. Dlatego też



Sprzęgła przenośne

Rys. 325

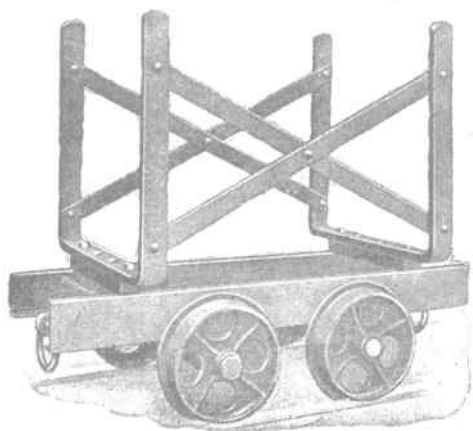


Sprzęgła stałe

Rys. 326

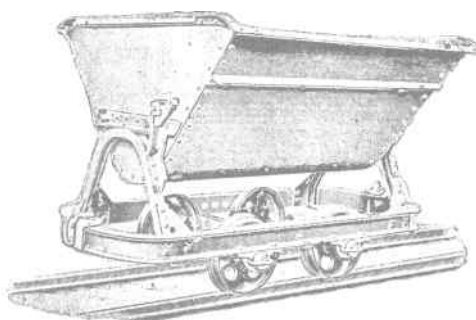
znacznie częściej stosowane są sprzęgła na stałe przymocowane do wozów (rys. 326). W rzadkich wypadkach i tylko przy bardzo dużych wozach, stosowane są sprzęgła automatyczne (ZSRR i USA). Przy wyciąganiu urobku skipami, a więc gdy wozy na

podsztybiu muszą być wywracane, stosuje się sprzęgła obrotowe, umożliwiające wywracanie pojedynczych wozów bez ich odczepiania od pociągu.



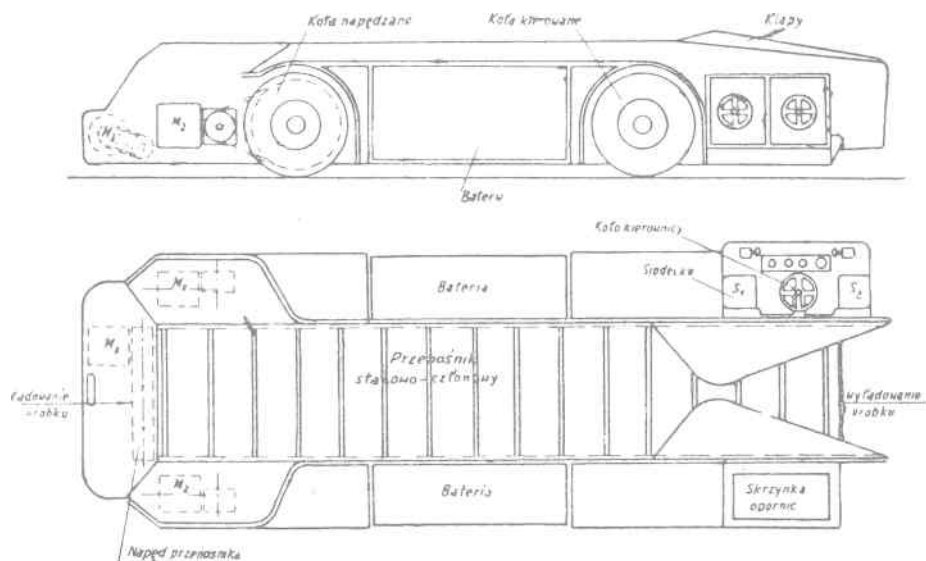
Wóz dla transportu drewna

Rys. 327



Wóz-wywrotka

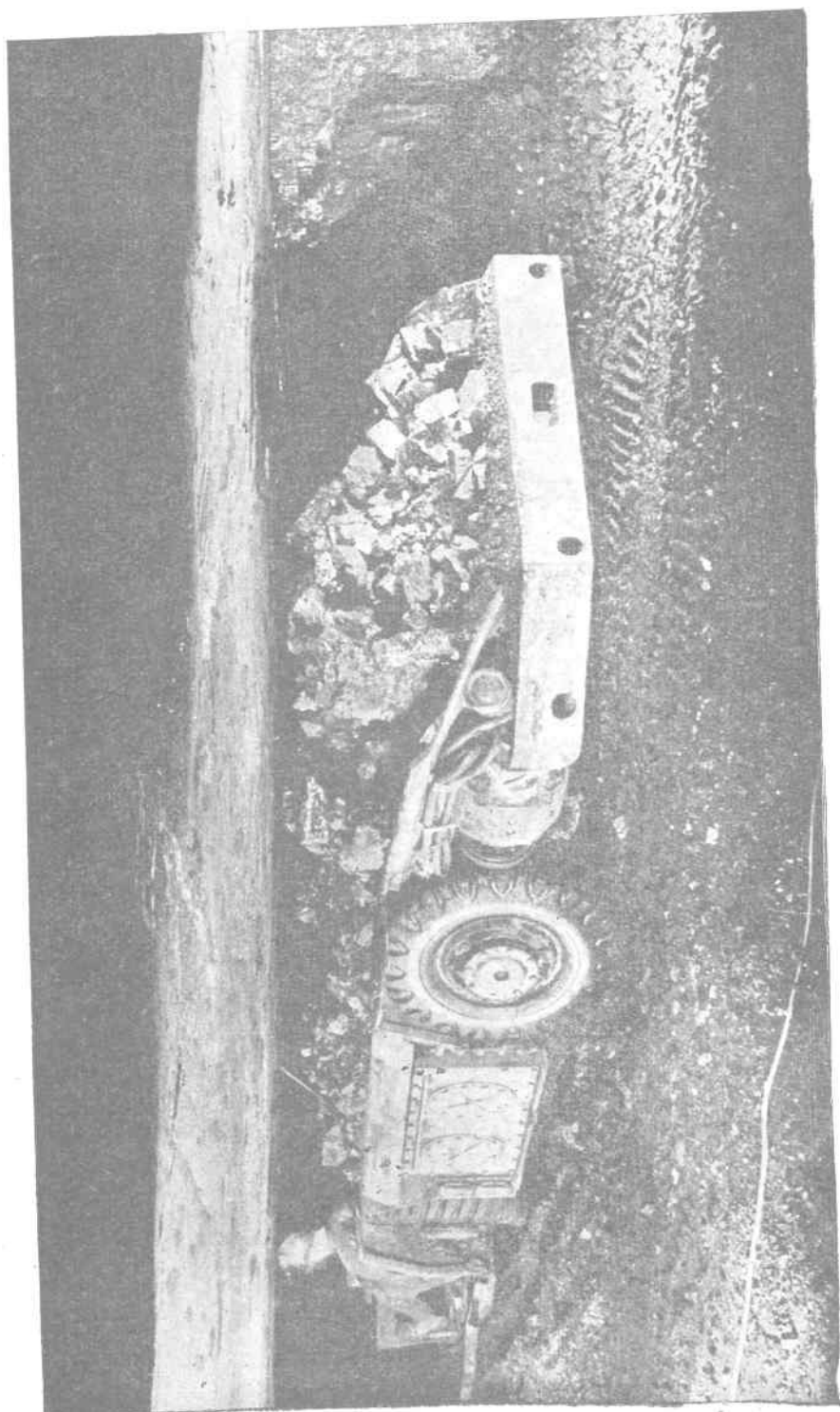
Rys. 328



Wóz oponowy

Rys. 329

Do przewozu drewna stosuje się w kopalniach wozy, w których na podwoziu zamiast skrzyń umieszczone są kłonicie (rys. 327), uniemożliwiające stoczenie się drewna na boki. Na powierzchni kopalń stosowane są wozy-wywrotki czyli koleby (rys. 328).



Wóz oponowy
Rys. 330

Wozy oponowe

W ostatnich latach kopalnie amerykańskie zastosowały do przewozu podziemnego wozy oponowe (rys. 330), tj. duże (2,5 — 10 m³) samochody ciężarowe ustawione na kołach oponowych i napędzane silnikami elektrycznymi zasilanymi z przewodu ślizgowego lub baterii akumulatorów.

Jeden (czasami oba) z zestawów kół (rys. 329) posiada napęd elektryczny, drugi połączony jest z kierownicą. Wozy oponowe znajdują zastosowanie głównie do przewozu urobku z przodków do głównego chodnika przewozowego, gdzie są wyladowywane za pomocą przenośnika stałowo-członowego lub zgrzeblowego, stanowiącego dno skrzyni wozu.

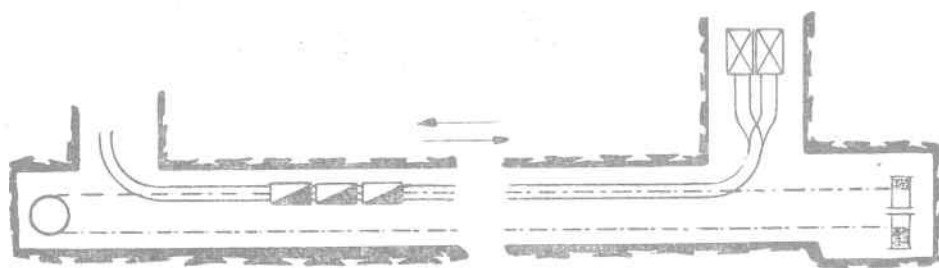
Rodzaje przewozu

Rodzaj przewozu w wozach zależy od tego, czy odbywa się na drogach poziomych, pochyłych, czy też pionowych.

Przewóz po drogach poziomych

Przewóz po drogach 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 przewozu już zanika i zostaje zastąpiony przewozem mechanicznym.



Przewóz linowy po jednym torze

Rys 331

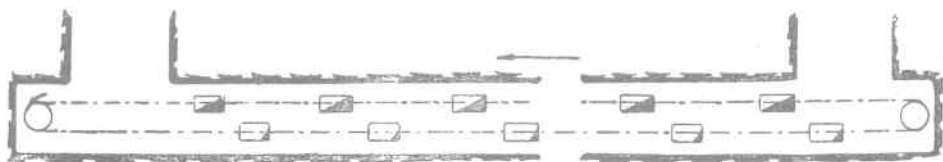


Przewóz linowy po dwóch torach

Rys. 332

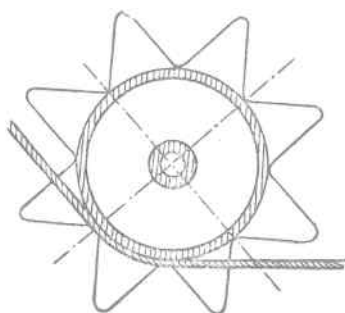
Do najstarszych sposobów mechanicznych należy przewóz linowy. Polega on na tym, że kołowrót napędzany silnikiem porusza za pomocą liny pociągi pełne i próżne, składające się z kilkunastu wozów, bądź na przemian po jednym torze (rys. 331), bądź też po dwóch torach

(rys. 332). Znacznym ulepszeniem przewozu linowego jest przewóz za pomocą liny bez końca (rys. 333), do której doczepia się wozy.



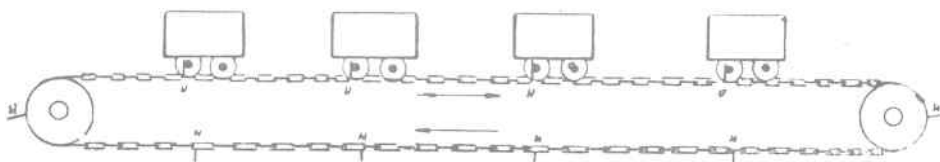
Przewóz za pomocą liny bez końca
Rys. 333

Celem umożliwienia ruchu w chodnikach krętych lina musi być prowadzona na krążkach kierowniczych (rys. 334), które równocześnie służą do podtrzymywania liny.

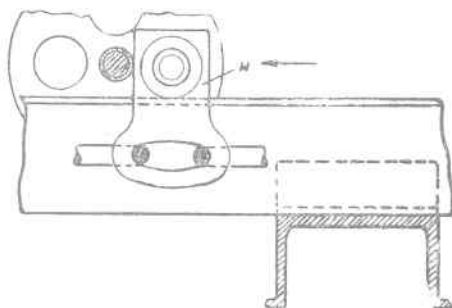
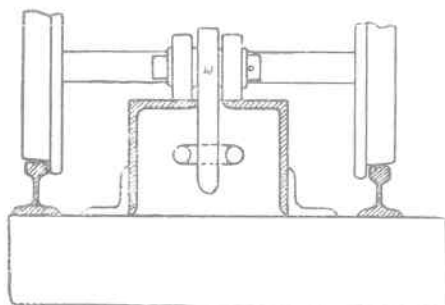


Krążek kierowniczy
do przewozu linowego
Rys. 334

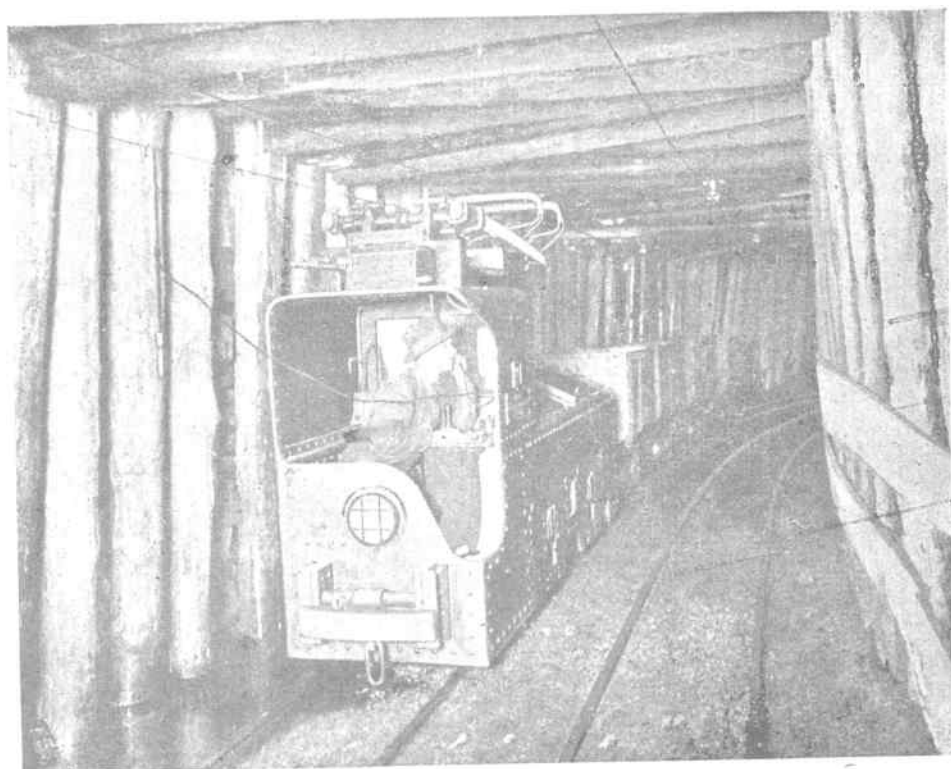
Przewóz łańcuchowy niewiele różni się od przewozu linowego, przy czym górno-łańcuchowy jest stosowany przeważnie na powierzchni, dolno-łańcuchowy (rys. 335) znajduje zastosowanie do podawania wozów do klatek szybowych oraz przy obiegu ich na podszybiach i nadszybiach. W łańcuchach dolnych część ogniw zaopatrzona jest w występy zachaczające o pochwę osi woza (rys. 336).



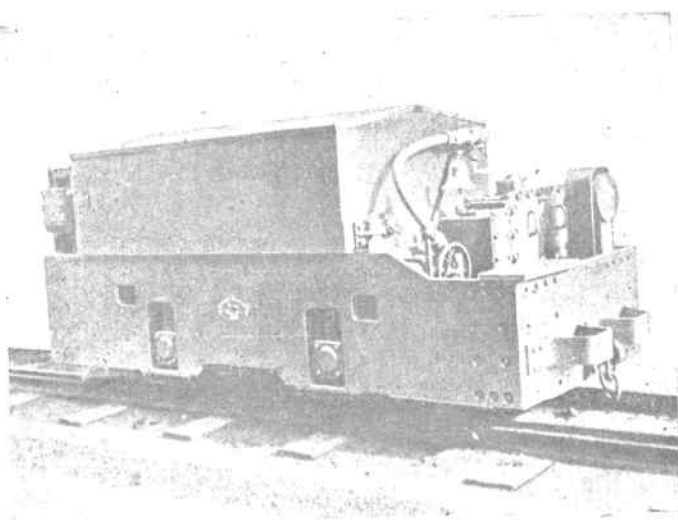
Przewóz łańcuchowy
Rys. 335



Szczegół przewozu łańcuchem dolnym
Rys. 336



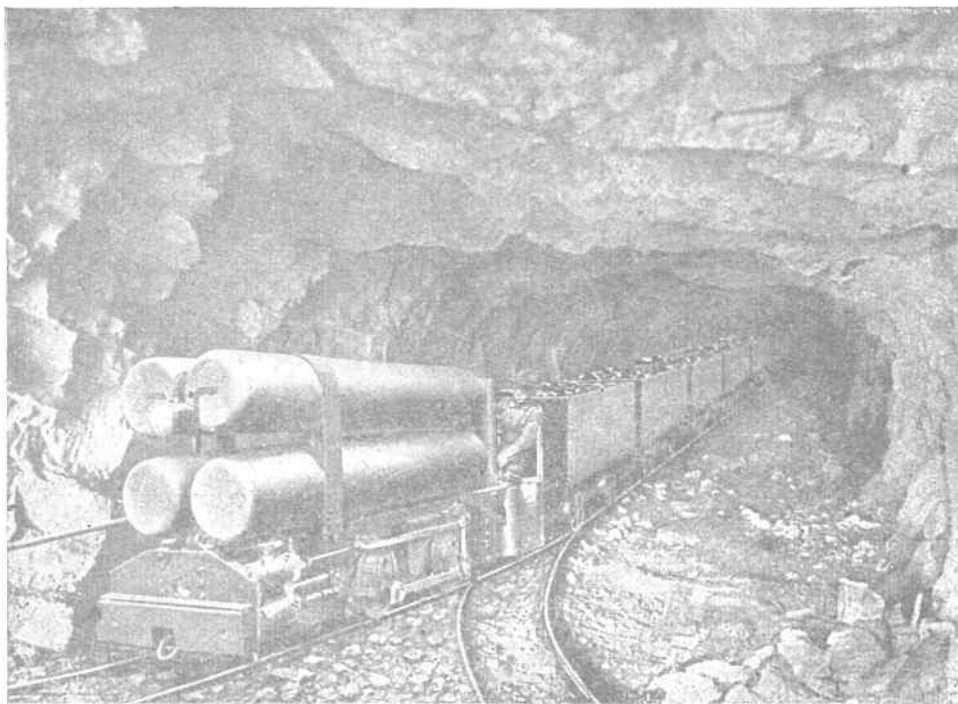
Elektrowóz przewodowy
Rys 337



Elektrowóz akumulatorowy
Rys. 338

Przewóz lokomotywowo jest obecnie najbardziej rozpowszechniony przy transporcie na znaczną odległość przy czym stosowane są na dole kopalni lokomotywy elektryczne, spalinowe i powietrzne.

Lokomotywy elektryczne, czyli elektrowozy mogą być albo przewodowe (rys. 337), do których prąd doprowadza się przewodem ślizgowym i zbierakiem do silnika, odprowadza się zaś za pomocą szyn, albo też akumulatorowe (rys. 338), pobierające energię z baterii akumulatorów, znajdujących się na podwoziu elektrowozu. W kopalniach gazowych mogą być stosowane tylko elektrowozy akumulatorowe.



Lokomotywa powietrzna

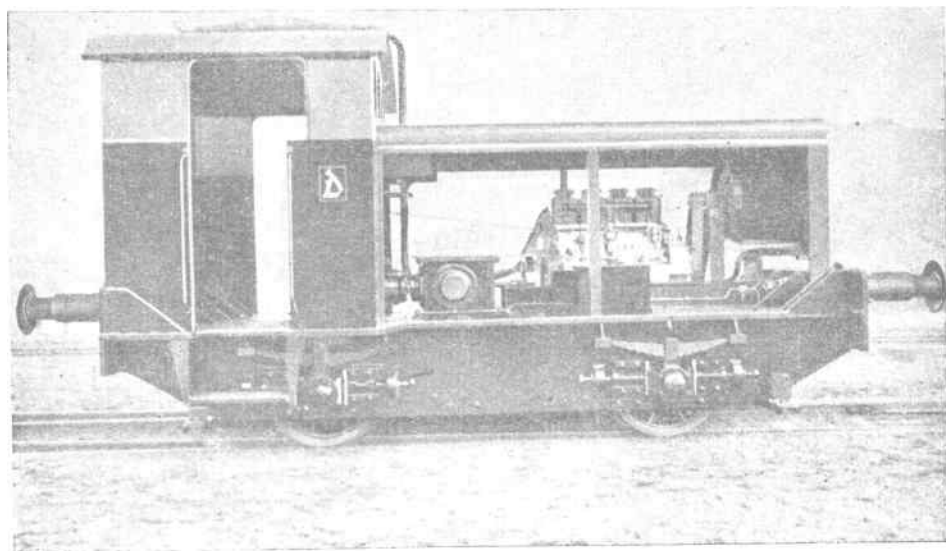
Rys. 339

Prąd elektryczny (zmienny) o wysokim napięciu dostarczany jest kablem z powierzchni do przetwornic lub prostowników podziemnych, skąd już prąd stały wysyłany jest zależnie od przeznaczenia bądź do przewodów ślizgowych, bądź też do stacji ładowania akumulatorów.

Elektrowozy podziemne zabierają pociągi złożone z 30 — 50 małych wozów kopalnianych.

Lokomotywy powietrzne (rys. 339) mają zwykły silnik tłokowy, napędzany zamiast parą sprężonym powietrzem, które pod ciśnieniem 100 — 150 at znajduje się w stalowych zbiornikach umieszczonych na lokomotywie. Napęlnianie zbiorników odbywa się na podszybiu z większego zbiornika, połączonego rurociągiem ze sprężarką. Lokomotywy tego rodzaju są zupełnie bezpieczne w kopalniach gazowych, napęd ich jest jednak kosztowny.

Łokomotywy spalinowe (rys. 340) mają tę wadę, że wytwarzają znaczne ilości spalin, zaturowających powietrze kopalniane.



Łokomotywa spalinowa

Rys. 340

Przewóz urobku na drogach pochyłych

Przewóz urobku na drogach pochyłych odbywać się może w dwóch kierunkach, a mianowicie z góry na dół (na pochylniach) lub też z dołu do góry (na upadowych). W obu wypadkach przewóz szynowy odbywa się wyłącznie tylko za pomocą lin.

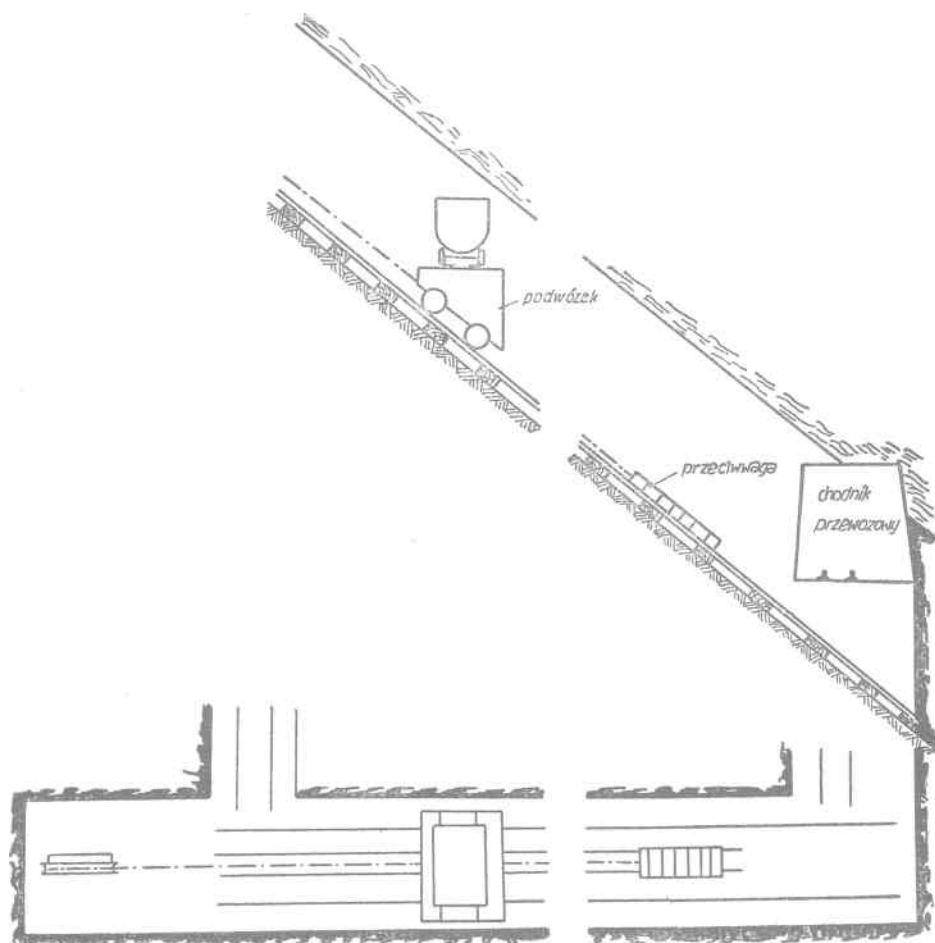
Przewóz na pochylniach odbywa się zwykle siłą ciężkości wozów ładownych, które wyciągają równocześnie wozy próżne do góry. Regulacja prędkości odbywa się za pomocą bębnow lub tarcz hamulczych, przez które przechodzi lina w górnej części pochylni.

Przewóz na upadowych odbywa się za pomocą kołowrotów o napędzie elektrycznym lub powietrznym.

Zarówno w pochylniach, jak i upadowych stosowane są również liny bez końca.

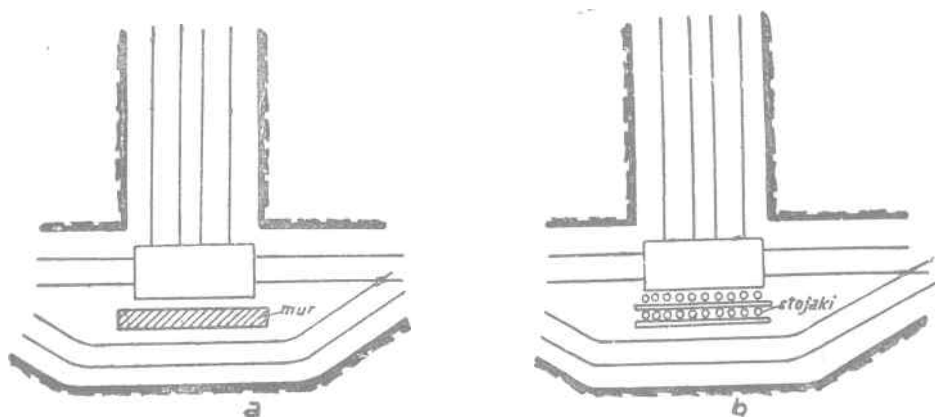
Przy upadzie powyżej 25° zachodzi potrzeba użycia do przewozu wozów specjalnych platform (podwózków rys. 341) przyczepionych do liny.

Ze względu na duże niebezpieczeństwo dla życia ludzkiego w wypadku zerwania się wozu lub liny, surowo wzbronione jest jeżdżenie w wozach oraz chodzenie po pochylni przewozowej. Dla ruchu ludzi przeznaczone są osobne (równoległe) pochylnie obchodowe. Połączenie pochylni z dolnym chodnikiem przewozowym musi być odpowiednio zabezpieczone na wypadek zerwania się wozu za pomocą tzw. zawa-



Podwózek (platforma wozowa)

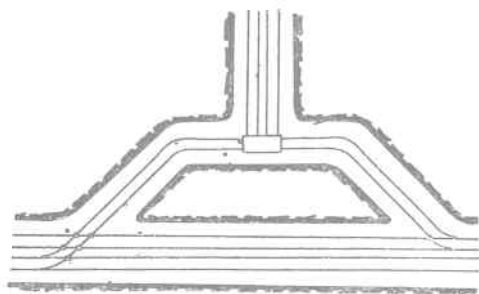
Rys. 341



Zawarcia pod pochylnią

Rys. 342

cia (rys. 342) z muru *a* lub szeregu stojaków *b* albo też przez urządzenie objażdżu pod pochylnią (rys. 343). Niezależnie od tego do zatrzymania



Objazd pod pochylnią

Rys. 343

wozów w wypadku ich odczepienia się lub zerwania liny służą specjalne łapacze, których przykład podaje rys. 344.

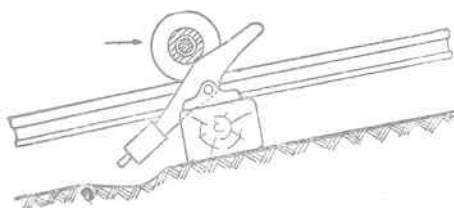
Przewóz na drogach pionowych przy opuszczaniu wozów na dół odbywa się w szybkich hamulczych (rys. 345), gdzie klatki są zawieszane na linie, przechodzącej przez tarczę hamulczą.

19. ŁADOWANIE UROBKU

ŁADOWANIE RĘCZNE

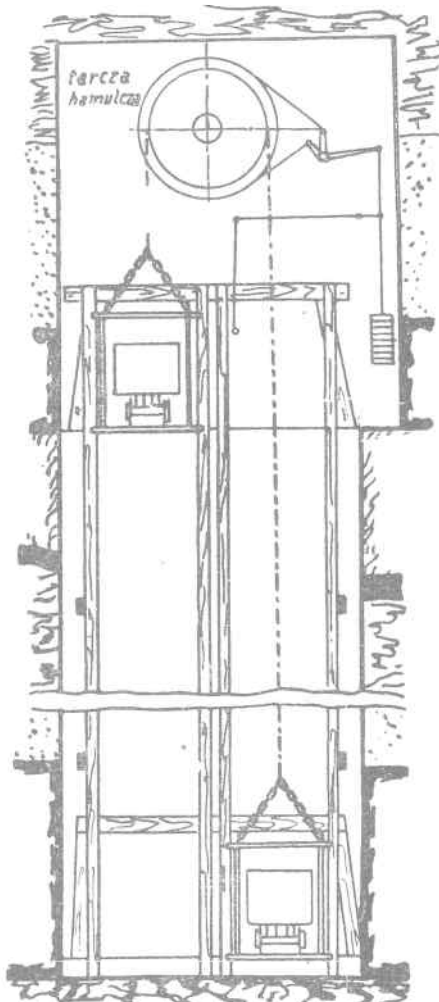
Czynnością, która dość opornie poddaje się mechanizacji, jest ładowanie urobku do wozów, rynien lub taśm. Toteż do dnia dzisiejszego najbardziej rozpowszechnione jest ładowanie ręczne, przy czym duże kęsy urobku wrzuca się bezpośrednio rękami, drobny zaś urobek za pomocą łopaty.

Zastosowanie w przodkach nowoczesnych przenośników, leżących tuż nad spągim (0,3 m), pozwoliło znacznie podnieść wydajność ładowania ręcznego. W wielu jednak wypadkach wozy kopalniane dochodzą aż do przodków, zwłaszcza przy robotach przygotowawczych. Wówczas staramy się ładowaczom pracę ułatwić, stosując przewoźne maszyny zwane **podawarkami**.



Łapacz wozów

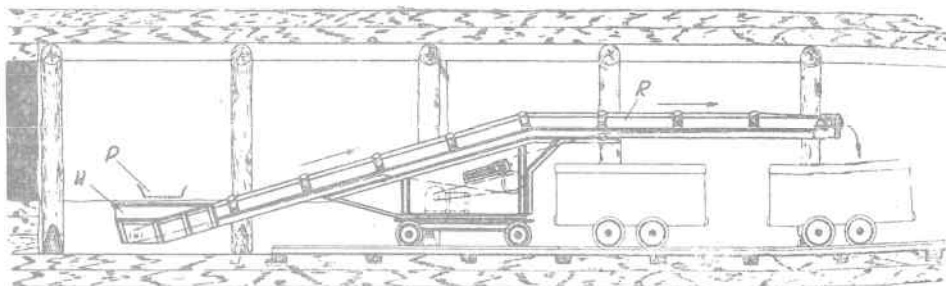
Rys. 344



Szybik hamulczy

Rys. 345

Są to krótkie przenośniki taśmowe lub zgrzeblowe (rys. 346), umieszczone na wózku i składające się z wyspu *W* oraz ramy *R*. Pomędzy



Podawarka
Rys. 346

wsypem i wylotem naciągnięta jest taśma gumowa lub łańcuch ze zgrzeblami. Ładowacze wyrzucają urobek łopatami do tuż przy spągu umieszczonego wyspu (rys. 347), stąd zostaje on podniesiony i wyładowany na końcu podawarki do podstawionych pod nią wozów. Zastosowanie podawarek pozwala zwiększyć wydajność ładowaczy więcej niż dwukrotnie. Podawarki znajdują zastosowanie nie tylko do ręcznego ładowania wozów, lecz również i do ładowania urobku dopływającego przenośnikami *P* z robót eksploatacyjnych, tam gdzie wyloty przenośników wypadają poniżej górnej krawędzi wozów.



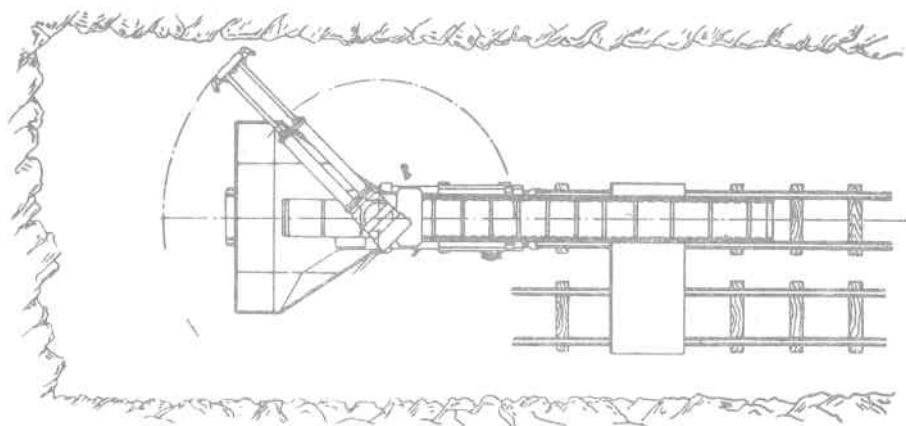
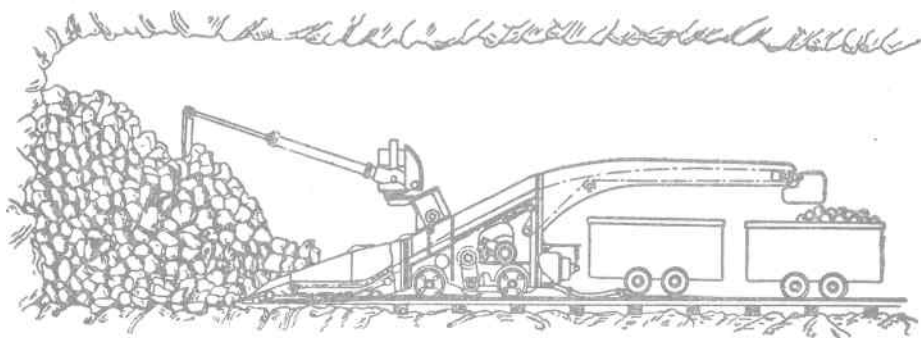
Ładowanie do podawarki
Rys. 347

ŁADOWANIE MASZYNOWE

Użycie podawarek do ładowania urobku nie eliminuje z pracy człowieka, toteż pomyślano o stworzeniu specjalnych maszyn do samoczynnego ładowania, noszących ogólną nazwę ładowarek. Zostały one rozpowszechnione zarówno do ładowania urobku w przodkach pod ziemią, jak i na powierzchni ze zwałów.

Najprostszym rozwiązaniem ładowarki było dobudowanie do podawarki **gracki mechanicznej** (rys. 348), zgarniającej urobek z przodka do wyspu podawarki. Umieszczenie gracki na segmencie obrotowym oraz wykonanie jej wysięgnika w postaci rozsuwalnej rury pozwala na zgarnianie urobku z dowolnego miejsca w przodku.

Podobnie prostym urządzeniem, służącym do ładowania urobku do przenośników wstrząsanych są tzw. „kacze dzioby” (rys. 349). Są to od-



Gracka mechaniczna
Rys. 348

cinki spłaszczonych rynien, przymocowane przegubowo do ogólnego ciągu przenośnika wstrząsanego, przy czym mają one urządzenie pozwa-

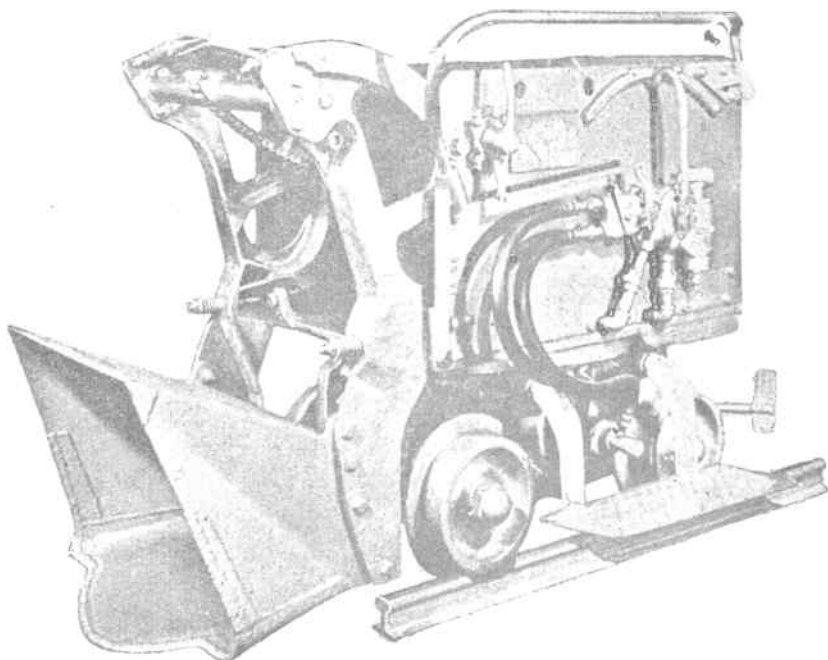


„Kaczy dziób”
Rys. 349

lające na wysuwanie ostatniego odcinka rynien do przodu. Przy gwałtownym ruchu wstecznym przenośnika „kaczy dziób” wbija się w urobek, przy łagodnym ruchu w przód zabiera on urobek wraz z rynną z przodka.

Ładowarki czerpakowe należą już do rzędu maszyn bardziej skomplikowanych, przy czym w zasadzie podobne są w konstrukcji do czerparek i dzielą się na jedno- i wieloczerpakowe.

Ładowarki jednoczerpakowe (rys. 350). zwane również zasięrzutnymi, składają się z czerpaka osadzonego na półkolistym ramieniu. Po opuszczeniu czerpaka w najniższe położenie podjeżdża się ładowarką do przodu i napełnia czerpak urobkiem, po czym czerpak podnosi się i przechyla do tyłu. Urobek nabrany przez czerpak zostaje przerzucony za ładowarkę i tam wysypany do urządzeń transportowych (wozów, przenośników itp.). Ładowarki tego rodzaju mogą pracować w normalnych chodnikach podziemnych, gdyż zadowolają się wolną przestrzenią o szerokości 1,65 i wysokości 2,2 m. Zaletami ich są niewielkie wymiary i mały ciężar, a więc łatwość przewożenia z jednego przodka do drugiego.

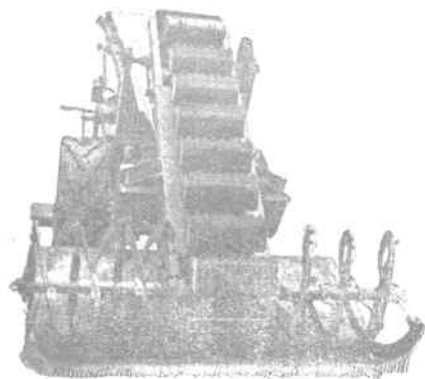


Ładowarka jednoczerpakowa (zasięrzutna)

Rys. 350

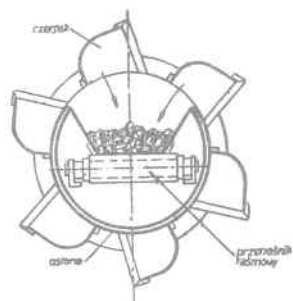
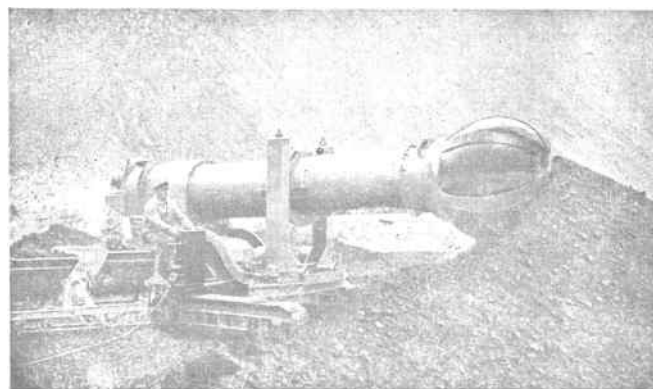
Ładowarki wieloczerpakowe (rys. 351) zwane również kubelkowymi, są na ogół dużymi maszynami przystosowanymi do pracy na powierzchni. Składają się one z łańcuchowego podnośnika kubelkowego, nabierającego i podnoszącego urobek do taśmowego przenośnika. Dla zwiększenia zasięgu działania ładowarki umieszcza się na wspólnej osi z dolnym bębnem spiralny lub śmigłowy podajnik, który obracając się przesuwu urobek pod kubelki ładowarki. Wielkie te maszyny pracują sprawnie i wydajnie, ładując urobek ze zwałów wprost do wagonów kolejowych, a zasięg ich dzięki istnieniu 10—15 m przenośnika taśmowego jest duży. Wydajność ich dochodzi do 50 t/godz.

Ładowarki rurowe (rys. 352) również należą do maszyn stosowanych na powierzchni. Składają się one z długiej rury stalowej zakończonej obrotową głowicą kulistą. Głowica wykonana jest z szeregu kubelków bez dna. Wewnątrz rury mieści się podłużny przenośnik taśmowy. Głowica obracając się nabiera urobek kubelkami i wsypuje go do swego



Ładowarka wieloczerpakowa (kubelkowa)

Rys. 351

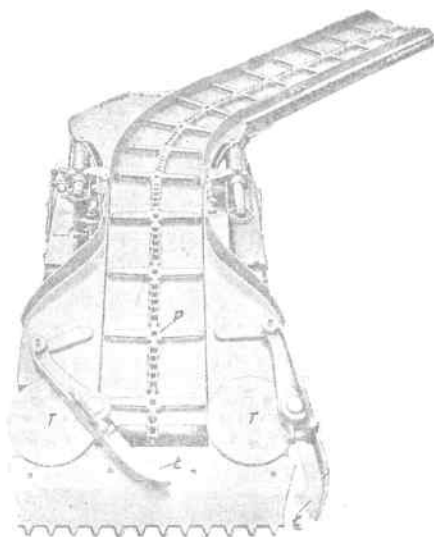


Ładowarka rurowa

Rys. 352

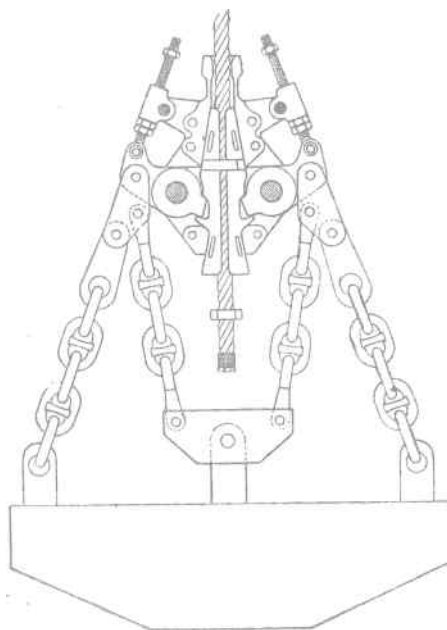
wnętrza, gdzie trafia on na przenośnik taśmowy, zostaje przetransportowany na drugi koniec rury i wysypany do dalszych urządzeń transportowych (wozów, przenośników itp).

Ładowarki zgarniające urobek (rys. 353) składają się z przechylnej przedniej części roboczej, na której osadzone są dwie tarcze obrotowe *T* z mimośrodowo osadzonymi łapami *Ł* nagarniającymi urobek na przenośnik zgrzeblowy *P*, służący do odstawy nabranego urobku do dal-



Ładowarka zgarniająca

Rys. 353



Zawiesie zaciskowe

Rys. 354

szych urządzeń transportowych. Dla lepszego nabierania urobku łapy są uzębione i pracują na przemian, tj. gdy jedna jest wysunięta, to druga jest wsunięta. Ładowarki tego rodzaju są stosowane w kopalniach węgla, wymagają jednak równego spągu i niewielkich upadków.

Oprócz powyższych stosowane są również tzw. wręboladowarki, czyli wrębiarki połączone z ładowarkami.

20. CIĄGNIENIE SZYBAMI

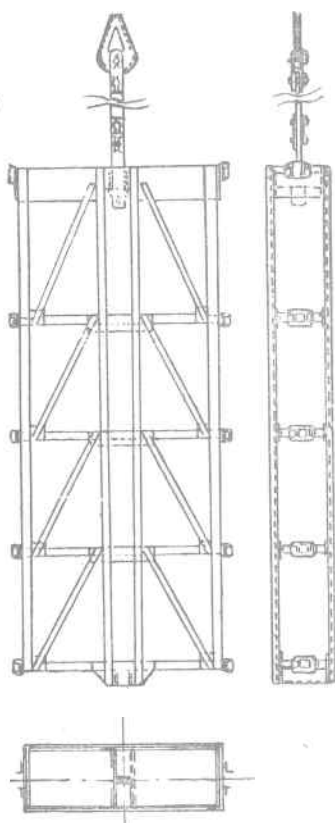
W kopalniach prymitywnie urządzonej urobek wyciągany jest w niedużych kubłach i beczkach za pomocą kołowrotów ręcznych lub kieratów konnych. W kopalniach dużych przy masowym wydobywaniu do wyciągania urobku służą elektryczne lub parowe maszyny uruchamiające klatki lub skipy czyli duże kubły.

CIĄGNIENIE ZA POMOCĄ KLATEK

Po wprowadzeniu do kopalń przewożu torowego wozami zaczęto używać klatek szybowych (rys. 355). Obecnie budowane klatki mogą mieć jedno, dwa lub cztery piętra, przy czym na każdym piętrze

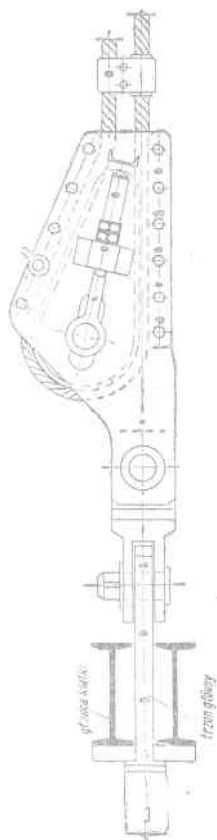
ustawia się po jednym lub dwa wozy obok siebie albo też — częściej — jeden za drugim.

Klatka przytwierdzona jest do liny szybowej za pomocą odpowiedniego zawieszania pętlowego (rys. 356) lub zaciskowego (rys. 354). Klatka zaopatrzona jest w łapadła, których zadaniem jest zatrzymanie klatki



Klatka czteropiętrowa, po 2 wozy za sobą

Rys. 355



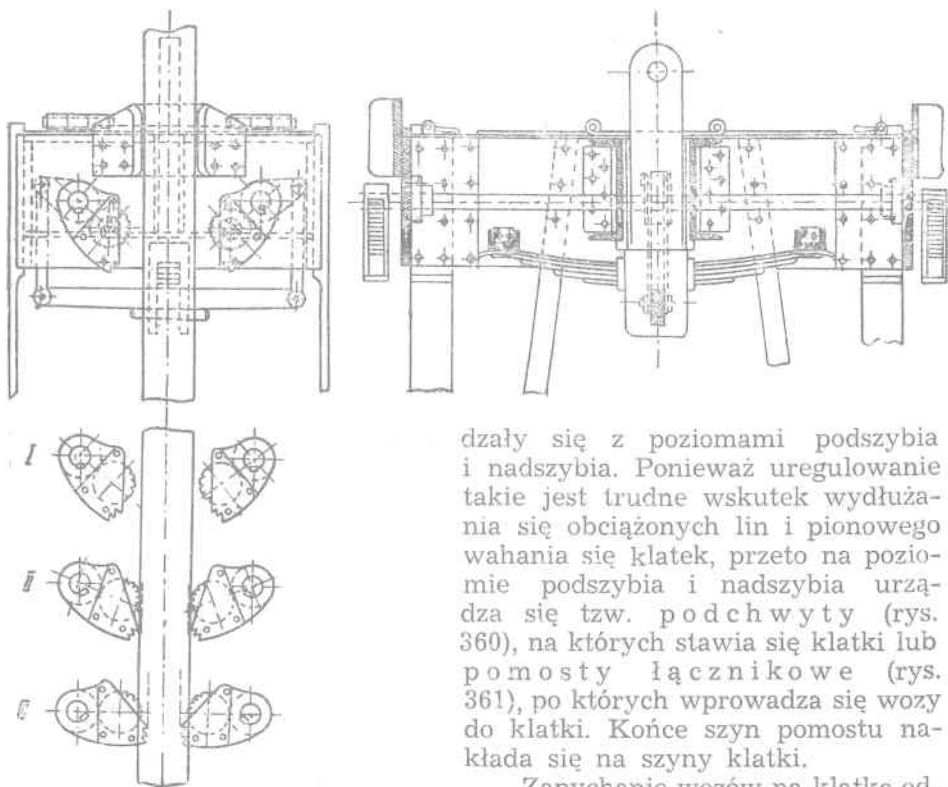
Zawiesie pętlowe

Rys. 356

na przewodnikach w razie urwania się liny. Działanie łapadeł przedstawionych na rys. 357 jest następujące: Pod wpływem ciężaru wiszącej na linie klatki sprężyna łapadeł jest stale napięta, w chwili natomiast zerwania się liny sprężyna zostaje odciążona i uruchamia łapadła, które chwytają przewodniki i zatrzymują klatkę w sposób podany na rys. 357 I, II, III.

Do prowadzenia klatek w szybie służą przewodniki czyli kierowniki tj. drewniane lub żelazne belki podłużne lub liny biegnące przez całą głębokość szybu. Najczęściej używane są przewodniki drewniane. Zapobiegają one wahaniom klatek oraz umożliwiają, jak widzieliśmy, zatrzymanie ich za pomocą łapadeł w razie zerwania liny. Przewodniki mogą znajdować się albo z boków klatki (rys. 353), albo też ze stron czołowych (rys. 359). W ostatnim wypadku są one na podszybiach i nadszybiach przerwane i zastąpione przewodnikami bocznymi.

Długość lin, na których zawieszone są klatki, powinna być uregulowana w ten sposób, aby po zatrzymaniu klatek poziomy ich pomostów zga-

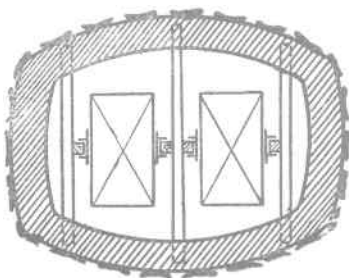


Lapadła
Rys. 357

dzają się z poziomami podszybia i nadszybia. Ponieważ uregulowanie takie jest trudne wskutek wydłużania się obciążonych lin i pionowego wahania się klatek, przeto na poziomie podszybia i nadszybia urządza się tzw. podchwyty (rys. 360), na których stawia się klatki lub pomosty łącznikowe (rys. 361), po których wprowadza się wozy do klatki. Końce szyn pomostu nakłada się na szyny klatki.

Zapychanie wozów na klatkę odbywa się bądź ręcznie, bądź też za pomocą mechanicznych zapychaczy Z (rys. 362) uruchamianych sprężonym powietrzem.

W czasie ruchu klatki połączenie szybu z podszybiem i nadszybiem musi

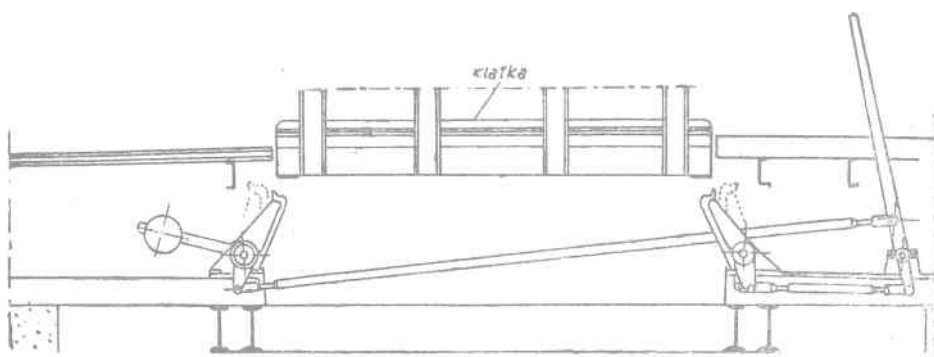


Prowadnice klatek z boków
Rys. 358



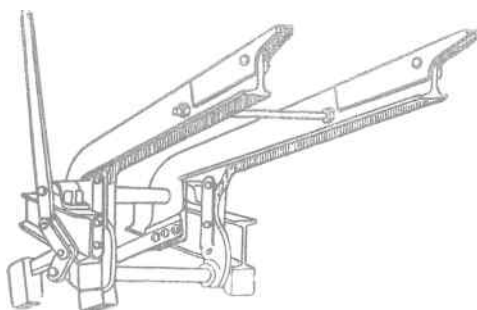
Prowadnice klatek z czoła
Rys. 359

być zamknięte. W tym celu zawiesza się na podszybiu rozsuwane drzwi kratowe, na nadszybiu zaś stosuje się często drzwi podnoszone i opuszczane przez samą klatkę.



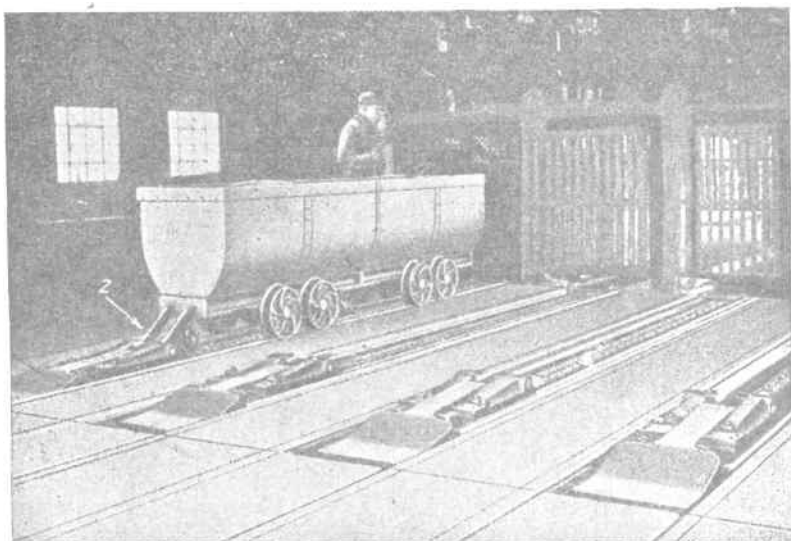
Podchwyty klatek

Rys. 360



Pomosty łącznikowe

Rys. 331

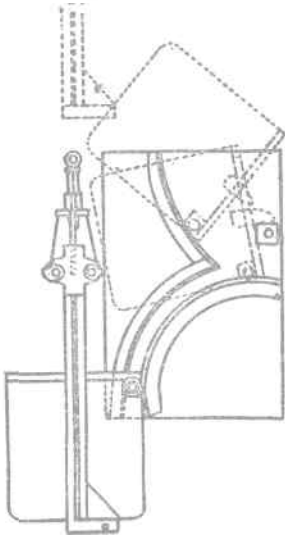


Zapychacze

Rys. 362

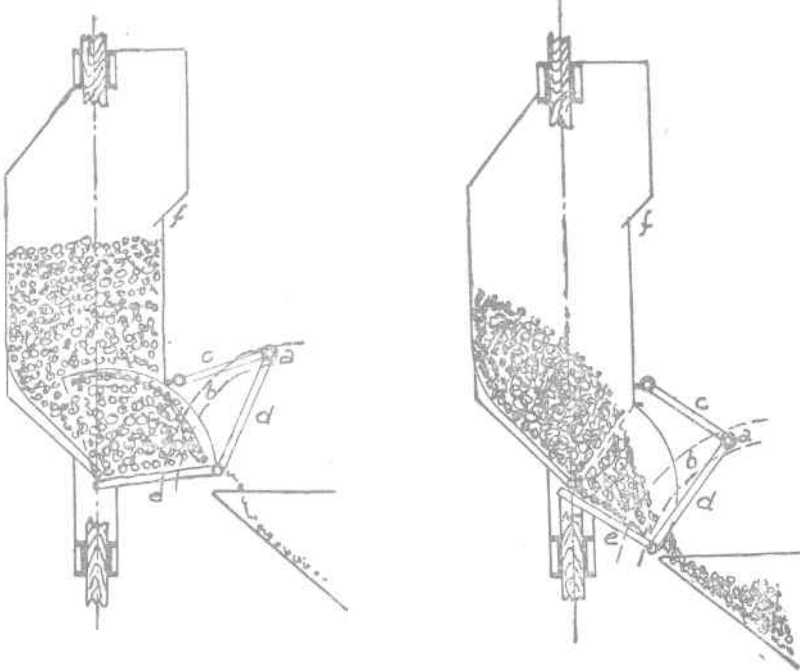
CIĄNIENIE ZA POMOCĄ SKIPÓW

W nowszych czasach wyciągi klatkowe zastępuje się często wyciągami skipowymi. Skipy są to duże kubły żelazne o pojemności 5 — 15 t, do których urobek dostaje się z odpowiednich zbiorników na podszybiu. Wyladowanie urobku na nadszybiu odbywa się albo przez odpowiednie przechylenie skipu (rys. 363), albo też przez otwarcie jego dna (rys. 364).



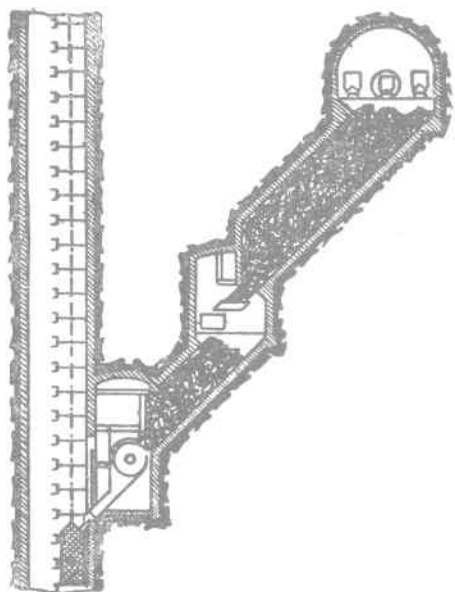
Skip wywrotny
Rys. 363

Na rys. 365 podany został przekrój podszybia przy ciągnięciu skipowym. Na podszybiu wozy ładowane dostają się do wywrotu, urobek zsypuje się do zbiornika, a stąd do skipów.



Skipy z otwieralnym dnem

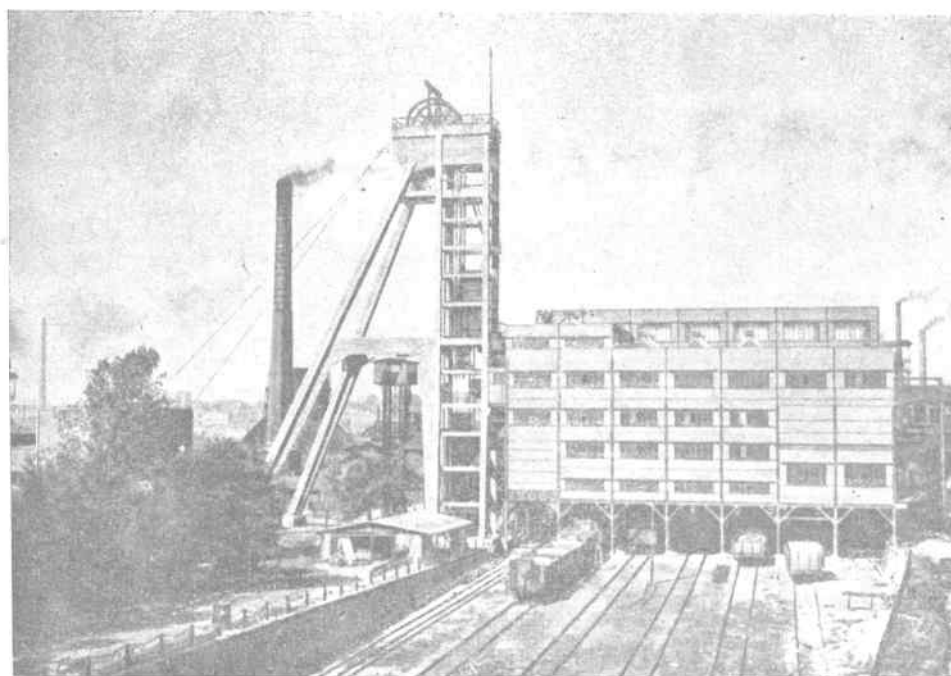
Rys. 364



Podszycie skipowe
Rys. 365



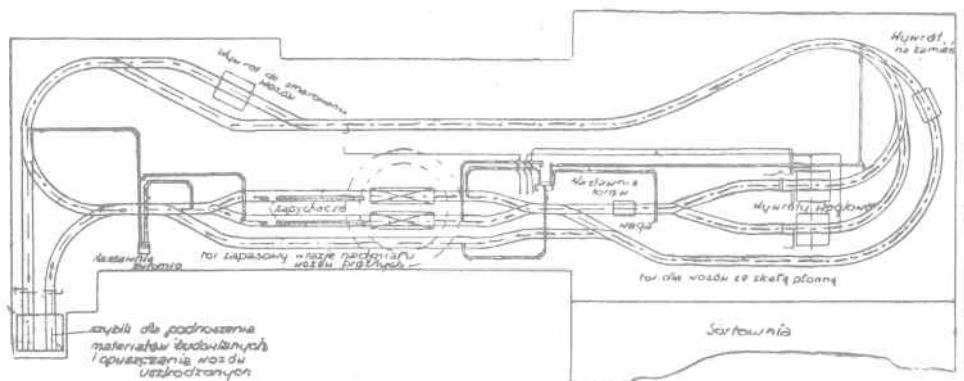
Wieża szybowa z kołami linowymi na
różnych poziomach
Rys. 366



Wieża szybowa z kołami linowymi obok siebie
Rys. 367

WIEŻE SZYBOWE I NADSZYBIA

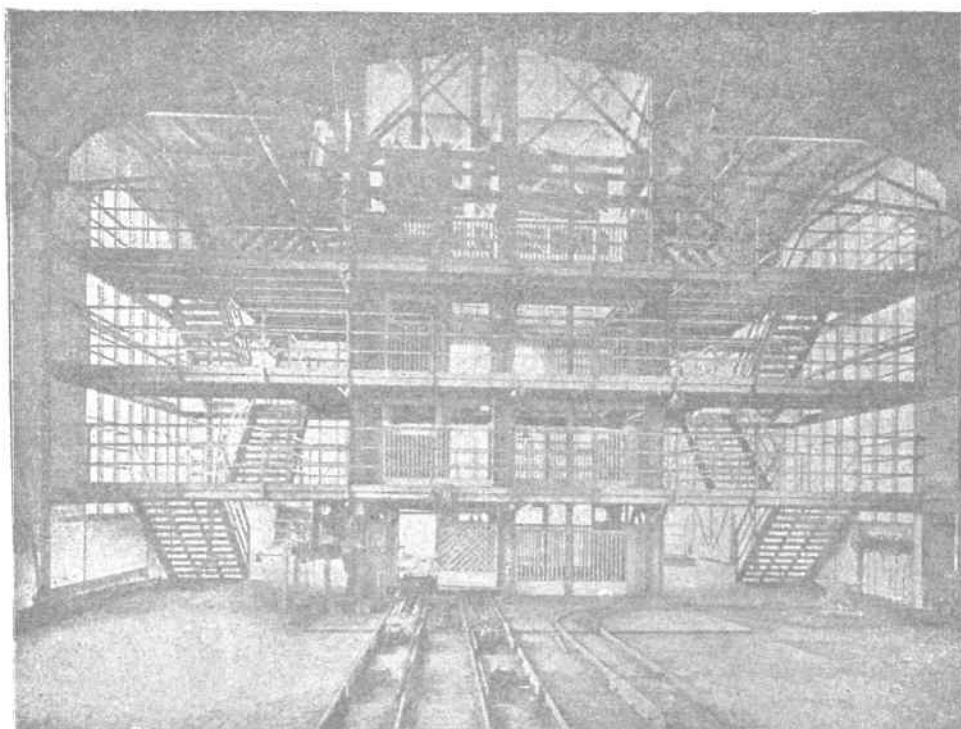
Do umieszczenia kół linowych nad szybem służą wieże szybowe. Oba koła linowe mogą znajdować się albo obok siebie (rys. 367),



Charakterystyczny układ torów na nadszybiu

Rys. 368

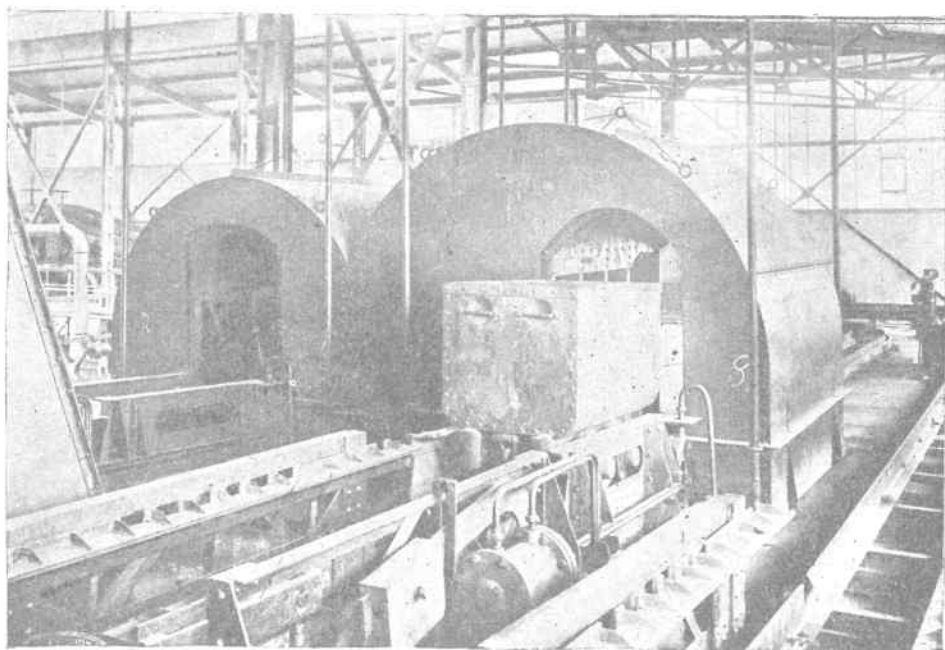
albo też na różnych poziomach (rys. 366). Ten drugi sposób umożliwia ustawienie obu kół w jednej płaszczyźnie pionowej, co jest ważne dla



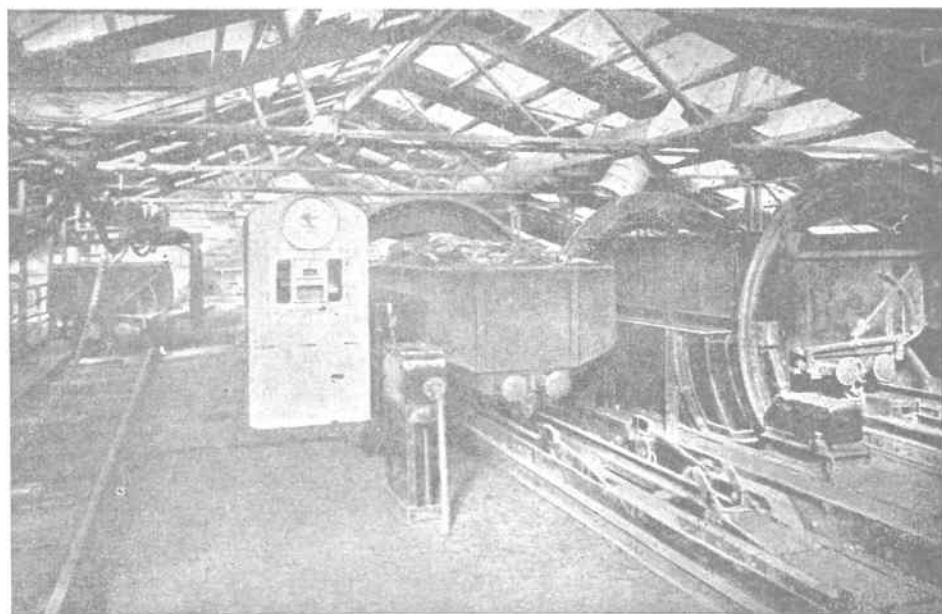
Nadszybie dużej kopalni

Rys. 369

tarcz Koepe (p. niżej), umieszczenie natomiast obok siebie jest lepsze dla bębnowych maszyn wyciągowych.

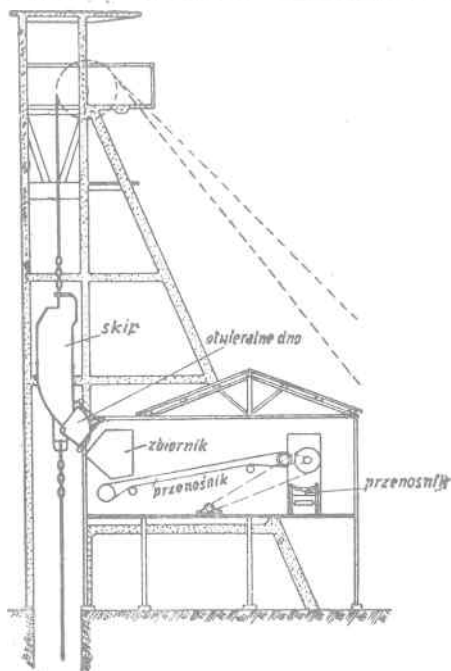


Wywroty małych wozów
Rys. 370



Wywroty dużych wozów
rys. 371

Wysokość wieży jest zależna od poziomu nadszuby 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 wieży waha się od 25 do 50 m.



Urządzenie do wyładunku skipów
Rys. 372

szybowej do samoczynnego wyładunku skipów (rys. 363, 364 i 372). Urobek ze skipów wysypuje się do zbiorników, skąd za pomocą taśm transportowych dostaje się on do sortowni.

Przy wyciągu klatkowym nadszuby (rys. 368 i 369) musi być odpowiednio rozbudowane, gdyż stanowi ono stację odbiorczą dla wozów wychodzących z kopalni. Wypchnięte z klatek wozy ładowne przechodzą najkrótszą drogą (czasami przez wagę kontrolną) do wywrotów, skąd po opróżnieniu powracają drogą okólną do szybu. Na wywrotach (rys. 370 i 371) odbywa się wyładunek urobku z wozów do zbiornika, sortowni lub innego zakładu przerobczego. Dla wozów ze skałą płonną przewidziany jest osobny tor i osobny wywrot.

Przy wyciągu skipowym odpada kosztowne i zajmujące dużo miejsca nadszuby, dochodzi natomiast dodatkowe urządzenie na wieży

RODZAJE WYCIĄGÓW SZYBOWYCH

Elementem nośnym dla klatek lub skipów są liny szybowe. Obecnie w kopalniach używane są wyłącznie liny z drutów stalowych grubości 1 — 3 mm. Poszczególne druty są splecione dookoła



Przekroje lin
Rys. 373

duszy konopnej w sploty, te zaś ostatnie znów spleta się ze sobą, przez co otrzymuje się liny o różnym przekroju (rys. 373). W większości wypadków używane są liny okrągłe (rys. 374) a znacznie rzadziej liny płaskie (rys. 375).

Linę wprowadza się w ruch za pomocą maszyny wyciągowej, składającej się z silnika elektrycznego lub parowego, połączonego z bębniami, bobinami lub tarczą.



sploty równoległe



sploty krzyżowe

Liny okrągłe
Rys. 374

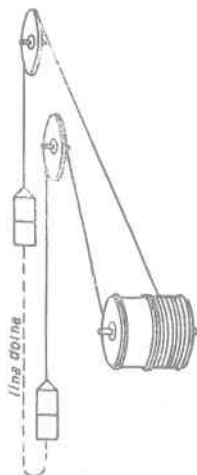


Lina płaska
Rys. 375

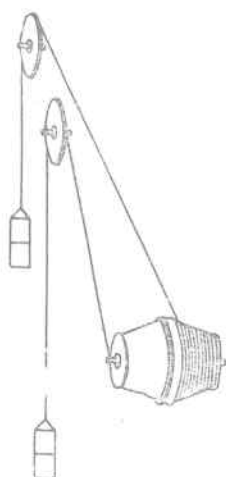
Liny, na których wiszą klatki lub skipy nazywają się linami nośnymi.

Bębny walcowe (rys. 376) osadza się na walec w ten sposób, że jeden z nich jest zaklinowany na stałe, drugi zaś w razie potrzeby może być łatwo poluzowany. Jest to konieczne celem dokładnego uregulowania długości lin. Liny (rys. 380) są nawinięte na bębnach w przeciwnie strony, a wobec tego w chwili, gdy jedna lina jest nawijana na bęben, druga jest rozwijana. Linę nawija się na bęben tylko jedną warstwą, by uniknąć nadmiernego jej niszczenia.

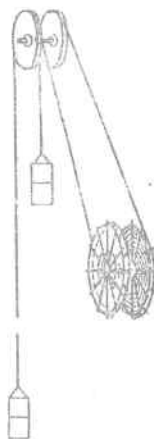
Bębny walcowe stosowane są najczęściej do maszyn wyciągających urobek z mniejszych głębokości, gdyż przy większych głębokościach maszyna musi pokonać w pewnych chwilach zbyt dużą różnicę ciężarów obu lin, a ściślej — różnicę ich momentów.



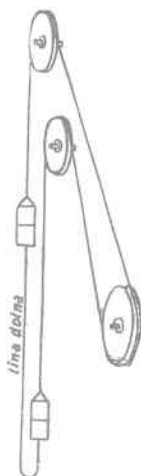
Bębny walcowe
Rys. 376



Bębny stożkowe
Rys. 377

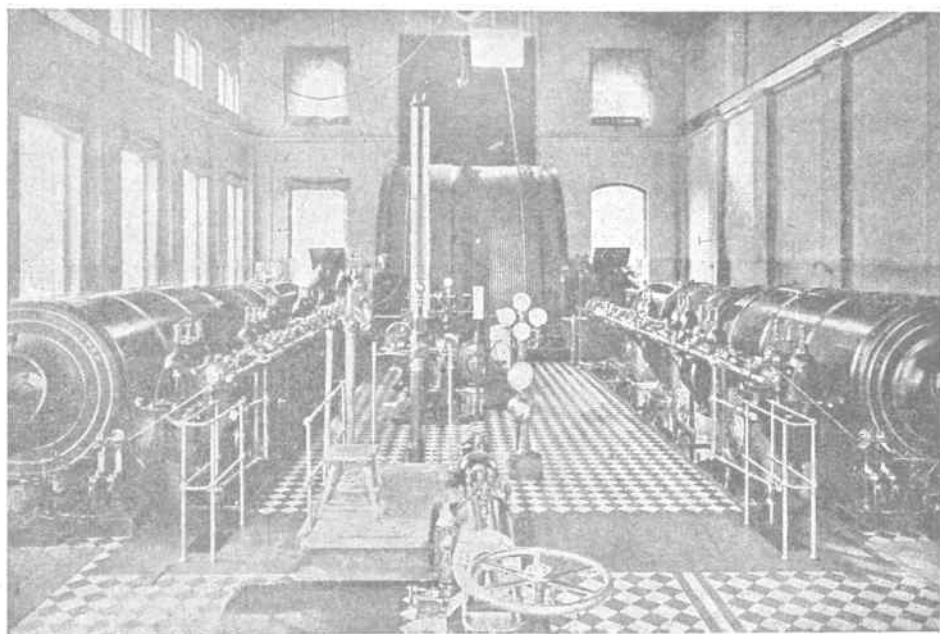


Bobina
Rys. 378

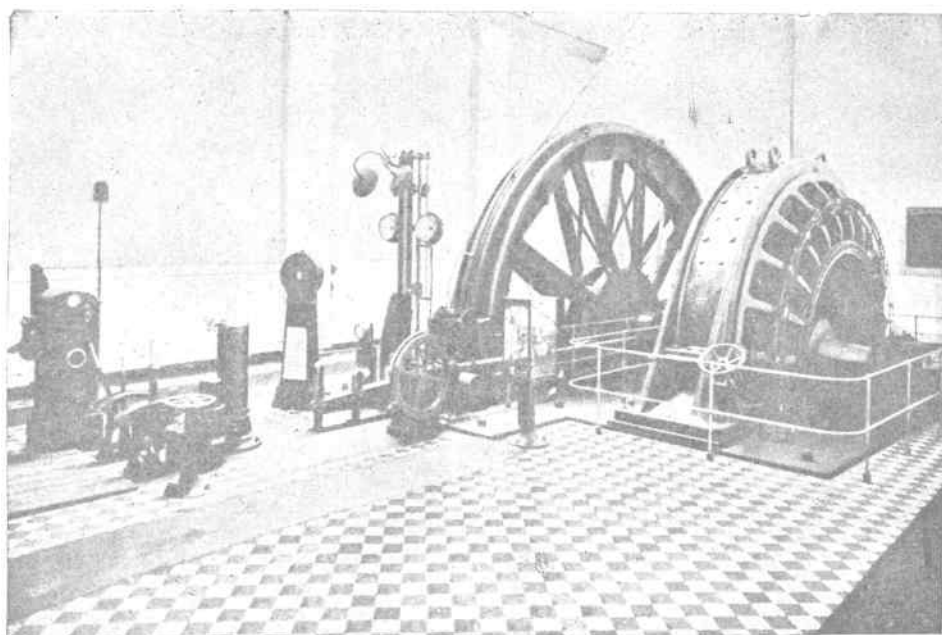


Koło cienne (Koepe)
Rys. 379

Bębny stożkowe (rys. 377) mają na celu różnicę tę zrównoważyć. Liny nawija się na bębny w ten sposób, że gdy jedna z nich (np. krótsza z wozami próżnymi) odwija się z większej średnicy, to druga (dłuższa — z ładunkami) nawija się na średnicy mniejszej. W ten sposób mniejszy ciężar



Ogólny widok maszyny wciągowej z bębniami walcowymi
Rys. 380



Ogólny widok maszyny wciągowej z kołem ciernym (Koepe)
Rys. 381

działa na większym promieniu, większy zaś — na mniejszym, przez co momenty zostają do pewnego stopnia wyrównane.

Innym sposobem wyrównania momentów jest zastosowanie liny dolnej (rys. 376), zwanej liną wyrównawczą.

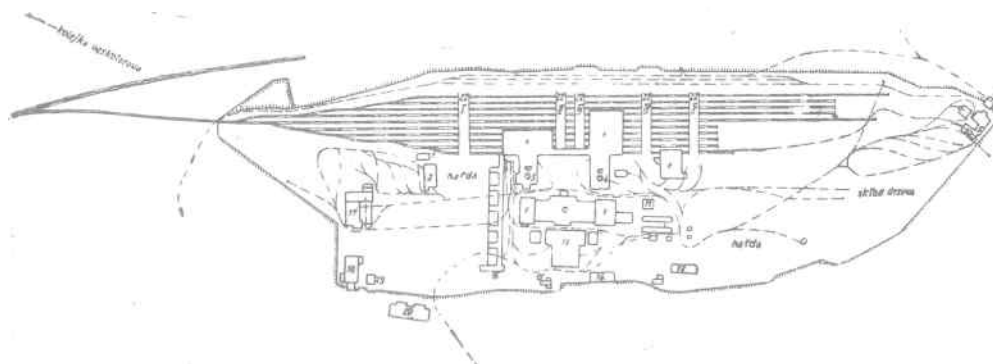
Bobiny (rys. 378) są to bębny do lin płaskich. Liny nawijają się tu na poprzednie zwoje, przez co promień nawijania liny zmienia się z każdym obrotem bębna, a w ten sposób następuje również do pewnego stopnia wyrównanie momentów obu lin, podobnie jak przy bębnach stożkowych. Gdy klatka z wozami ładownymi jest podnoszona, promień jest mały; odwrotnie — dla klatki z wozami próżnymi — duży.

Koło cierne. Zamiast bębnow można używać jednego dużego koła z rowkiem na linę (rys. 379). Lina okrągła obejmuje większą część obwodu koła (rys. 381) i przechodzi przez koła linowe na wieży szybowej.

Uruchomienie maszyny wyciągowej następuje po otrzymaniu przez maszynistę od sygnalisty nadszybia odpowiedniego sygnału dźwiękowego.

21. POWIERZCHNIA KOPALNIANA

Powierzchnią kopalnianą (rys. 382) nazywamy wszelkie urządzenia, budynki i składy, znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie szybów wyciągowych a których zadaniem jest z jednej strony zaopatrzenie dołu kopalni w niezbędne materiały i sprzęt, z drugiej zaś — przygotowanie, załadowanie i ekspedycja urobku.



Plan powierzchni kopalnianej

1 — ekspedycja, 2 — magazyn, 3 i 4 — szyby wyciągowe, 5 — szyb wentylacyjny, 6 i 7 — sortownie, 8 — bryki-
townie, 9 — hale maszyn wyciągowych, 10 — elektrownia, 11 — wieże chłodnicze, 12 — magazyny, 13 — kotło-
wnie, 14 — magazyny, 15 i 16 — drobna sprzedaż węgla, 17 — warsztaty, 18 — łazienka, 19 — zaszczońska
20 — zarząd kopalni, 22 — przesuwalnice wagonów.

Rys. 382

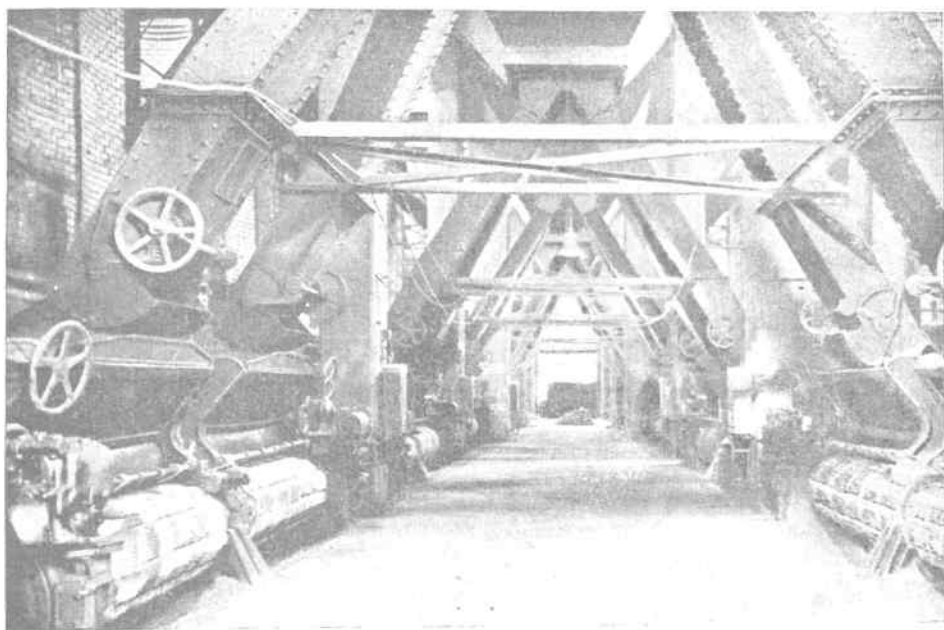
BUDYNEK NADSZYBOWY

Przy wieży wyciągowej znajduje się duży budynek, obejmujący zasadniczo 3 oddziały: górny — nadszybie, środkowy — zakład przeróbczy i dolny — urządzenia załadownicze do wagonów kolejowych.

Nadszybia omówiliśmy w rozdziale poprzednim. Zakład przeróbczy stanowi odrębną fabrykę, gdzie wydobyty urobek podlega oczyszczeniu od skały płonnej i podzieleniu na sortymenty; omówiony on będzie w następnym rozdziale. Urządzenia załadownicze stanowią duże zbiorniki, pod które lub obok których podstawia się wagony kolejowe. Służą one do chwilowego zmagazynowania rozsortowanego urobku w czasie krótkich przerw w podstawianiu lub zmiany wagonów kolejowych. Dno zbiornika wykonane jest w postaci leja zsypowego i zaopatrzone w zamknięcie, umożliwiające wypuszczanie lub zatrzymywanie urobku.

HALA MASZYN WYCIĄGOWYCH

W bliskim sąsiedztwie wieży szybowej znajduje się hala maszyn wyciągowych. Mieści ona w sobie ogromne maszyny wyciągowe zespolone z parowymi (rys. 380) lub elektrycznymi (rys. 381) silnikami o mocy dochodzącej kilku tysięcy KM. Szereg skomplikowanych mechanizmów, urządzeń rejestrujących i wskaźnikowych oraz sygnałów dźwiękowych



Kotłownia kopalni

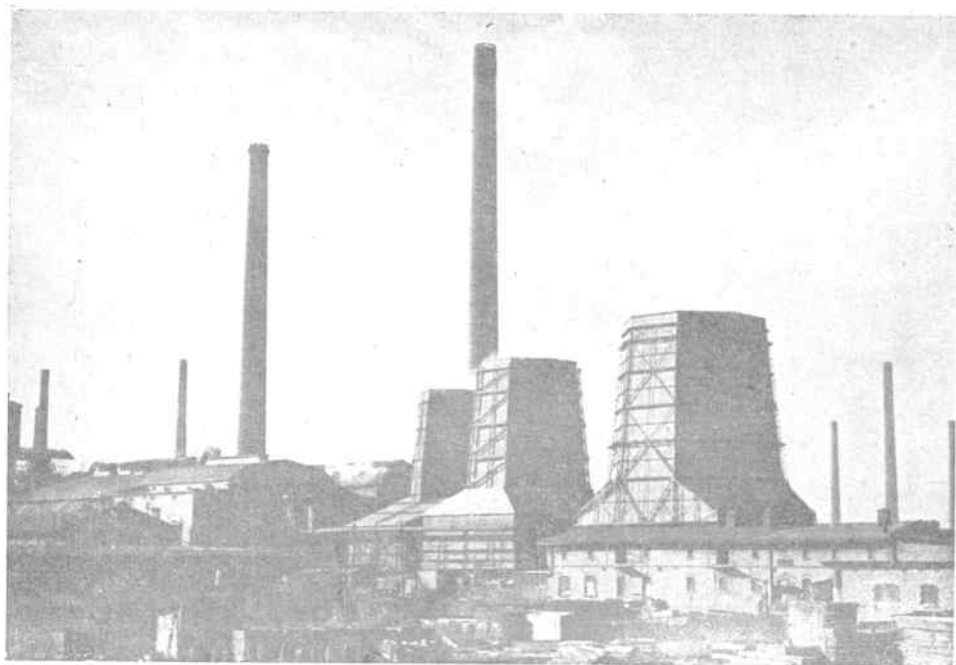
Rys. 383

i świetlnych reguluje i kontroluje ruch tego najważniejszego organu kopalni, jakim jest maszyna wyciągowa. Najważniejszym z nich jest wskaźnik głębokości podający w każdej chwili dokładne położenie klatek w szybie.

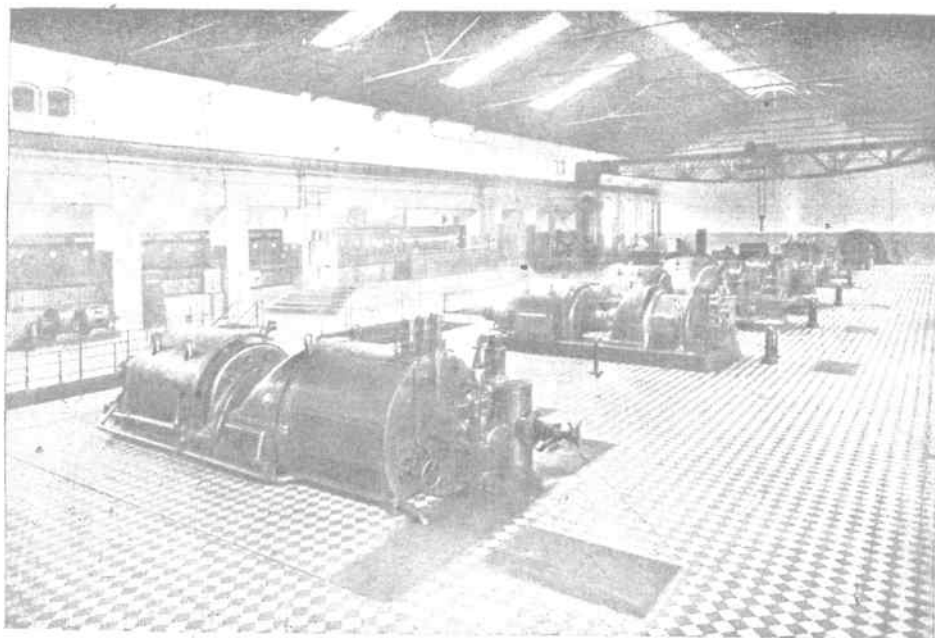
SIŁOWNIA KOPALNIANA

Zwykle kopalnia posiada swoją własną siłownię, dostarczającą energii napędowej do silników całej kopalni. Ze względu na specyficzne warunki, kopalnie zmuszone są do stosowania trzech rodzajów energii: parowej, elektrycznej i powietrznej.

Kotłownia kopalniana jest wytwórnią pary. Zazwyczaj znajduje się tu szereg kotłów, wytwarzających parę o wysokim ciśnieniu. Ze wzglę-



Wieże chłodnicze kopalni
Rys. 384



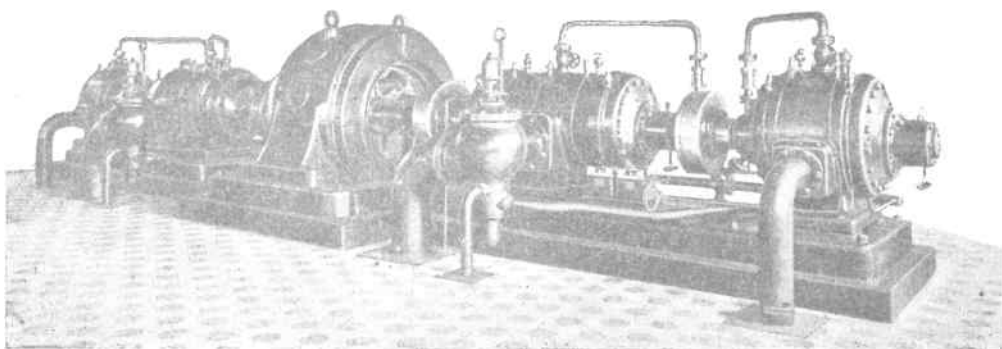
Elektrownia kopalni
Rys. 385

ciów gospodarczych do opalania kotłów używa się najgorszego gatunku węgla (miał, przerosty itp); pociąga to za sobą konieczność budowy specjalnych palenisk i rusztów. Na rys. 383 widzimy nowoczesną kotłownię jednej z polskich kopalń. 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.

Para z kotłowni przesyłana jest rurociągami do parowych silników napędowych (turbiny elektrowni, maszyny wyciągowe, sprężarki itp.), znajdujących się na powierzchni kopalni. W rzadkich wypadkach sprawadza się przez szyb do napędu maszyn podziemnych.

Do wytwarzania pary potrzebna jest woda. Woda kopalniana z reguły nie nadaje się do zasilania kotłów, a jeśli się nadaje, to dopiero po zmiękczeniu. 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. 384) i ponownie kieruje do kotłów.

Elektrownia kopalniana jest zespołem turbo-generatorów, wytwarzających prąd elektryczny dla całej kopalni (rys. 385). 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.



Stacja sprężarek kopalni

Rys. 386

Specjalne kable zawieszone w szybie doprowadzają prąd zmienny wysokiego napięcia do podszybi, gdzie zostaje on bądź przetransformowany na robocze napięcie (220 lub 110 V) i kablami umieszczonymi w chodnikach rozprowadzony do poszczególnych silników prądu zmiennego, bądź też zostaje w przetwornicach przetworzony na prąd stały i służy do napędu elektrowozów.

Nowoczesne urządzenia kontrolne i sygnalizacyjne elektrowni pozwalają z tablicy rozdzielczej w każdej chwili wnioskować o pracy poszczególnych oddziałów i komórek kopalni.

Górno-śląskie kopalnie są włączone do ogólnej sieci Zjednoczenia Energetycznego Zagłębia Węglowego. Nadmiar energii wytwarzanej przez kopalnie jest oddawany do ogólnej sieci, w razie natomiast większego zapotrzebowania niedobór jest pobierany z tejże sieci.

zwrotu lamp, 10 — napełnianie i czyszczenie akumulatorów, 11 — ładowanie akumulatorów, 12 — wieszaki dla naładowanych lamp elektrycznych, 13 — okienka do wydawania lamp elektrycznych.

Lampy są numerowane i przydzielone dla każdego poszczególnego pracownika podziemnego. Lampy są wydawane z lampiarni w stanie oczyszczonym, odpowiednio zbadane, dobrze zamknięte i zapalone.

Po ukończonej pracy lampy muszą być przed opuszczeniem kopalni zwrócone do lampiarni. Brak lampy dowodzi, że właściciel jej znajduje się w kopalni.

STACJA RATOWNICZA

Stacje ratownicze są to miejsca przechowywania odpowiedniej ilości aparatów i materiałów, niezbędnych do wszczęcia akcji ratowniczej w razie potrzeby. Aparaty oddechowe powinny na stacji znajdować się w całkowitej sprawności i gotowości do użycia każdej chwili. Na stacji ratowniczej powinny nadto znajdować się wszelkie narzędzia nieodzowne do akcji. Narzędzia te powinny być w zupełnym porządku i umieszczone w miejscach łatwo dostępnych.

Kierownik stacji ratowniczej przeprowadza w krótkich odstępach czasu praktyczne ćwiczenia z drużyną ratowniczą, zaprawiając ją do ciężkich warunków pracy podczas akcji ratowniczej. Na stacji kontroluje się stale szczelność aparatów oddechowych, a w razie zauważenia braków natychmiast usuwa się je, uszkodzone zaś części zastępuje nowymi z podręcznego magazynu.

WARSZTATY KOPALNIANE

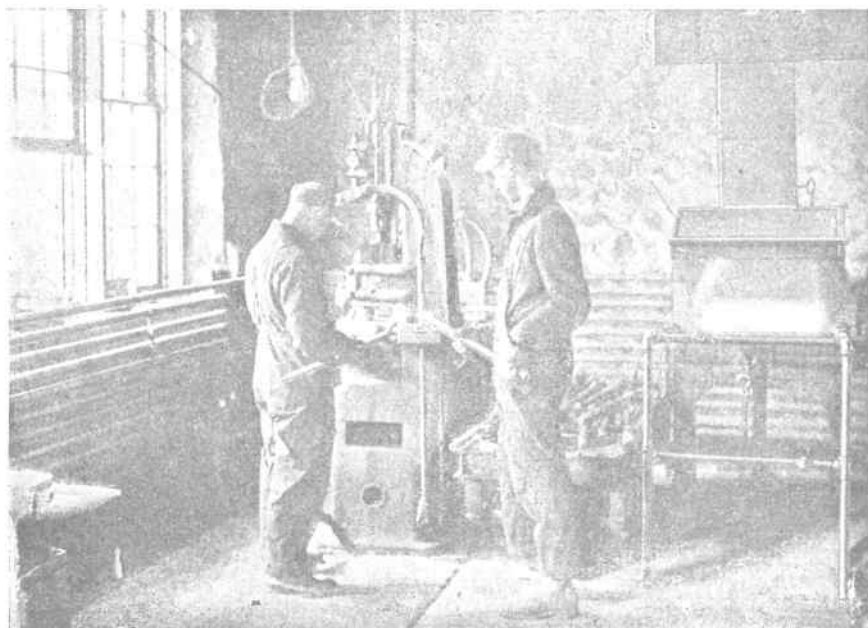
Kopalnia, jak każde większe przedsiębiorstwo, musi posiadać swoje własne warsztaty do wykonywania bieżących napraw i remontów. Z reguły kopalnie mają kuźnię, warsztat mechaniczny, warsztat elektryczny i warsztat stolarsko-ciesielski.

Kuźnie w kopalniach mają specjalne znaczenie w związku z potrzebą ciągłego zaprawiania i ostrzenia kilofów, grotów młotków mechanicznych, dłut i 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 zmechanizowane (rys. 388). Zamiast dawnych ognisk kuźniennych ustawia się nowoczesne ropne lub koksove piece ogrzewcze o regulowanej temperaturze ogrzewania. Narzędzia ogrzane w nich podaje się bezpośrednio pod maszyny do kształtowania ostrzy, po czym kieruje się je do specjalnych wanien hartowniczych, gdzie automatycznie są przesuwane i wyjmowane po zahartowaniu. Dla ostrzenia narzędzi również buduje się nowoczesne maszyny, dające odpowiednio zaostrzone krawędzie dłut, noży wrębiarek itp.

Warsztaty mechaniczne służą głównie do przeprowadzania bieżących napraw i remontów różnorodnych maszyn i urządzeń, stosowanych w kopalniach. Są one z reguły zaopatrzone we wszelkie niezbędne do tego celu maszyny jak tokarki, strugarki, wiertarki itp. oraz aparaty do spawania elektrycznego i acetylenowego.

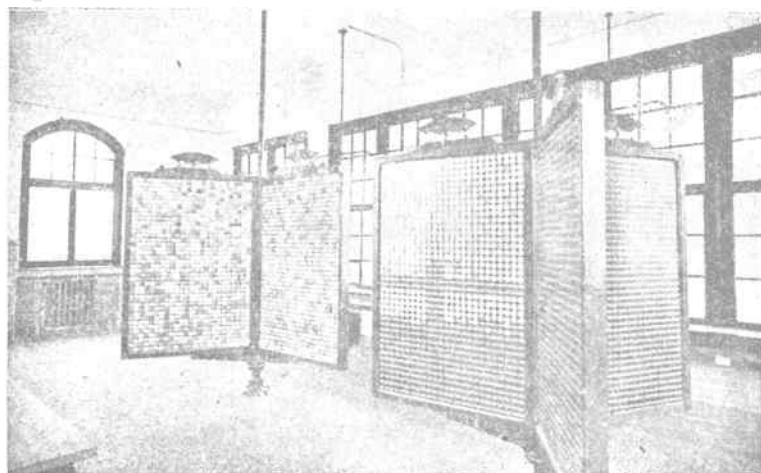
Warsztaty elektryczne mają za zadanie przeprowadzanie bieżących napraw i remontów wytwornic, przetwornic, silników i urządzeń elektrycznych, stosowanych w kopalniach. Warsztaty te są zaopatrzone we

wszelkie nowoczesne przyrządy pomiarowe, umożliwiające wykrywanie uszkodzeń w maszynach, urządzeniach i kablach.



Nowoczesna kuźnia kopalniana
Rys. 388

Warsztat stolarsko-ciesielski służy do wykonywania pomocniczych robót stolarskich lub ciesielskich potrzebnych dla kopalni.



Znaczkownia
Rys. 389

W niektórych kopalniach znajdują się również warsztaty wulkanizacyjne, służące do bieżących reperacji gumowych taśm przenośników, podawarek, opon samochodowych itp.

ZNACZKOWNIA

(Markownia)

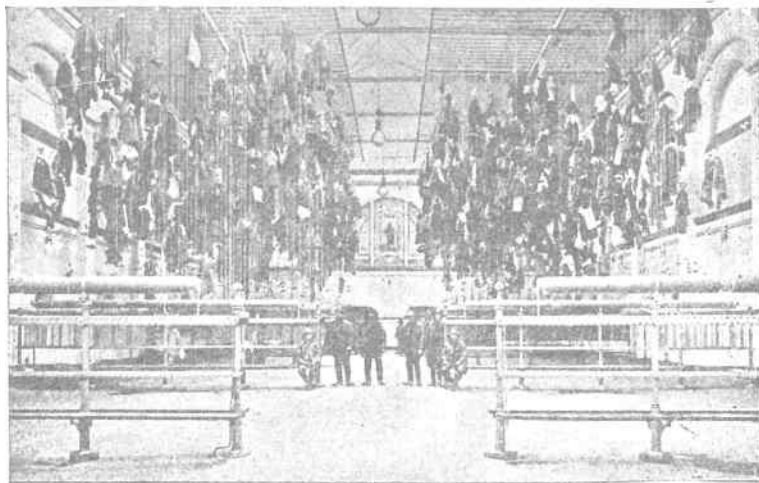
Znaczkownie służą do kontroli wszystkich pracowników zakładu górniczego. Przychodząc do pracy, każdy pracownik udaje się do znaczkowni, gdzie obowiązany jest wziąć swój metalowy znaczek kontrolny z numerem, czyli tzw. markę.

W znaczkowni zawiesza się znaczki na specjalnych tablicach (rys. 389) o kolejnych numerach, przy czym dla każdej zmiany służy osobna tablica. Przy rozpoczęciu dniówki pozostałe na tablicy znaczki oznaczają nieobecność w pracy.

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 ilości ludzi mogą być niezauważone nieszczęśliwe wypadki, nagłe zasłabnięcia itp. robotników pracujących w oddalonych częściach kopalni. Dzięki kontroli znaczków i wszczętej natychmiast akcji poszukiwawczej udaje się w wielu wypadkach uratować życie górnika.

SZATNIA I ŁAŹNIA

Przed zjazdem udają się robotnicy do szatni, gdzie zmieniają swoje codzienne ubrania na robocze.

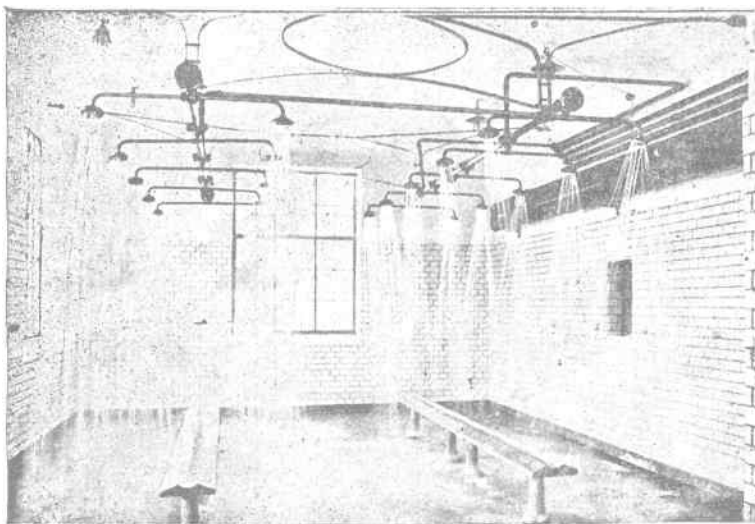


Szatnia łaźni kopalnianej

Rys. 390

Szatnie służące tysięcznej rzeszy robotników to wysokie hale (rys. 390), w których wyciągnięte wysoko podwiązania 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.

Łaźnie mają na celu umożliwienie robotnikom umycie się po pracy. Zazwyczaj przedstawiają się one w postaci szeregu natrysków (rys. 391), do których doprowadza się zimną i ciepłą wodę ze specjalnej kotłowni.



Natryski w łaźni kopalnianej
Rys. 391

Przy łaźniach przewidziane są ambulatoria pierwszej pomocy tak dla doraźnego opatrzenia drobnych skaleczeń nieuniknionych w czasie pracy, jak i poważnych nieszczęśliwych wypadków przed przybyciem lekarza.

ZARZĄD KOPALNI

Zarząd kopalni mieści się zazwyczaj nieco na uboczu, w miejscu, gdzie nie dociera codzienny hałas ruchu kopalni. W budynku zarządu znajdują się biura dyrekcji, kierownictwa technicznego i administracyjnego.

MAGAZYNY KOPALNIANE

Magazyny kopalniane zawierają zamienne części maszynowe, niektóre zapasowe maszyny oraz niezliczoną ilość różnorodnych materiałów niezbędnych do normalnego ruchu kopalni. Najmniejszy drobiazg musi być pod ręką, gdyż tego wymaga sprawność ruchu kopalni, zaś magazyn musi dostarczyć natychmiast żądanych przedmiotów.

PLACE SKŁADOWE

Kopalnia poza materiałami znajdującymi się w magazynach, zmuszona jest składować na placach większe i cięższe materiały. Do materiałów takich należy drewno (kopalniaki, dłużyce, budulec, podkłady kolejowe itp.), obudowa stalowa, szyny, cegła i inne.

Składy drzewne, ze względu na ogromne codzienne zapotrzebowanie kopalni, zajmują nieraz ogromne przestrzenie (rys. 392). Rozładowywane z wagonów drewno jest tu klasyfikowane i układane w stosy, tak by mogło odpowiednio przeschnąć. W niektórych kopalniach znajdują się na składach drzewnych specjalne urządzenia służące do impregnacji wyrobów drzewnych. Na składach drzewnych z reguły jest zorganizowane przecinanie drewna do potrzebnej długości. Nadto 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.



Skład drzewny

Rys. 392

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 z reguły są bardziej skupione i położone w pobliżu torów kolejek.

SKŁADY DLA UROBKU

(Zwały)

W razie zmniejszonej z jakichkolwiek powodów wysyłki urobku z kopalni (brak zamówień, niepodstawienie wagonów itp.), urobek może być w pewnej mierze magazynowany w zbiornikach urządzeń załadunkowych. Przy dłuższych jednak przerwach w wysyłce urobku musi on być sypany na zwały. Obszerne miejsca pod zwały urządza się możliwie blisko torów kolejowych, przy czym z reguły dąży się do umieszczenia różnych sortymentów handlowych oddzielnie; rzadziej magazynuje

się urobek niesortowany. Place składowe dla urobku powinny być zaopatrzone w przenośniki wstrząsane lub taśmowe, biegnące do torów kolejowych. W razie otrzymania większego zamówienia umożliwiają one łatwe i szybkie przetransportowanie urobku do wagonów kolejowych.

DROBNA SPRZEDAŻ WĘGLA

Na każdej kopalni węgla istnieje niewielka komórka, zajmująca się drobną sprzedażą dla miejscowych potrzeb gospodarczych oraz rozprawczaniem węgla na deputaty dla pracowników. W tym celu z sortowni odprowadza się część węgla w wozach za pomocą kolejek linowych lub łańcuchowych po pomostach do oddzielnych zbiorników poszczególnych sortymentów. Zbiorniki takie są zaopatrzone w zsypy, zamykane zasuwami, skąd urobek nasypuje się do podstawianych wozów lub samochodów. Pojazdy są ważne przy wjeździe i wyjeździe z obrębu kopalni na wagach wozowych.

SKŁADY ODPADÓW

(Hałdy)

W kopalniach wydobywa się obok urobku również znaczną ilość nieużytecznej skały pochodzącej z robót prowadzonych w kamieniu. Również i sam urobek zawiera w sobie pokalną ilość kamienia, który usuwa się w zakładzie przeróbczym. Nadto część urobku bardzo drobnego i zanieczyszczonego skałą płonną (np. miał węglowy) niekiedy nie znajduje zbytu i musi być usuwana do odpadów. Materiały te muszą być wywożone poza obręb powierzchni kopalnianej. W tym celu przewiduje się z reguły osobne składy dla skały płonnej i miału węglowego.

Na składy skały płonnej wykorzystuje się wszelkie zapadliska powstałe na powierzchni ziemi po robotach górniczych. W razie braku zapadlisk w pobliżu kopalni usypuje się wysokie stożkowe hałdy.

Składy miału węglowego z reguły urządza się osobno, a to z tego powodu, że materiał ten jest łatwo samozapalny, a tłące się cząstki węgla, zwłaszcza w połączeniu z piritami, wydzielają cuchnące dymy, zatrzymujące okoliczne powietrze.

W hałdach skały płonnej również spotyka się liczne cienkie przerosty węglowe, które z biegiem czasu ulegną samozapaleniu, zwłaszcza że na hałdy te wywozi się żużel i wypałki z kotłowni. Dla uniknięcia składowania odpadów na powierzchni dąży się do kierowania ich po odpowiednim rozdrobieniu do podszadzenia wyrobisk kopalnianych.

DWORZEC KOPALNIANY

Rozdzielnie wagonów większych kopalń stanowią częstokroć duże dworce rozrządowe o kilkunastu torach (rys. 393), gdzie zestawia się składy pociągów. Jeśli przyjmujemy dzienne wydobywanie kopalni 6 000 ton urobku, to zapotrzebowanie 20-tonowych wagonów — węglarek wyniesie 300. Te 300 węglarek należy podstawić na tory leżące pod sortownią, należy je stamtąd usunąć po załadowaniu i zestawieć w pociągi. Na dworcu kopalnianym musiałaby pracować większa ilość lokomotyw, aby wszystkie te przetoki były wykonane na czas. Dla ułatwienia prac związanych z przetaczaniem wagonów w kopalniach, stosowane są elektryczne przesuwnice wagonów (rys. 394). Są to mocnej konstrukcji stalowe platformy, zaopatrzone w szyny i poruszające się w poprzek torów kolejowych. Wa-

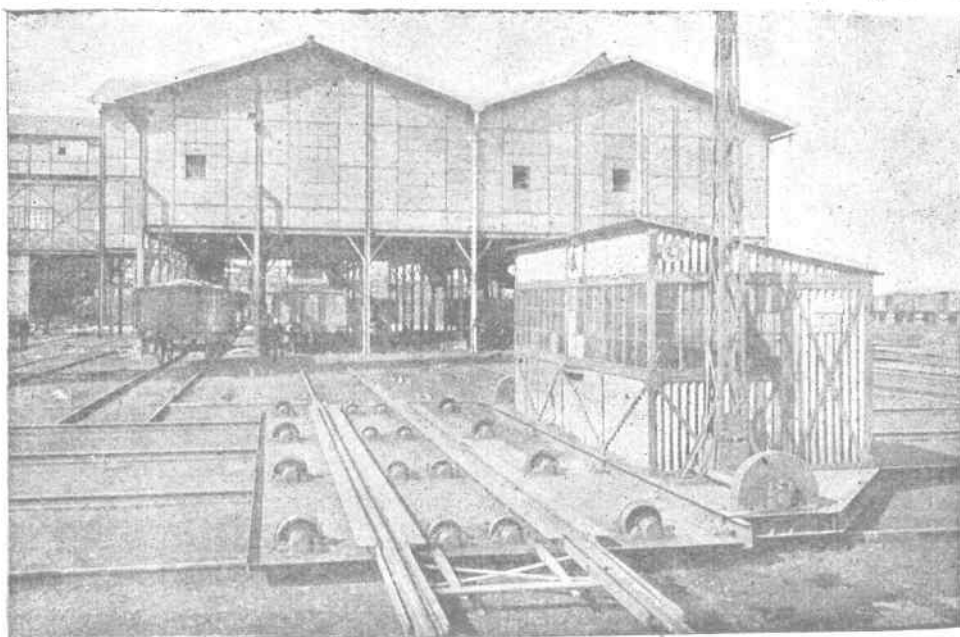
gon z dowolnego toru wprowadza się na przesuwnicę za pomocą lin i kołowrotów, po czym przesuwa się go i spycha na żądany tor. Przesuwnice



Dworzec kopalniany

Rys. 393

bywają różnych konstrukcji i przesuwa się bądź po szynach leżących na tym samym poziomie co tory kolejowe, bądź też umieszczonych głębiej



Przesuwnica wagonów

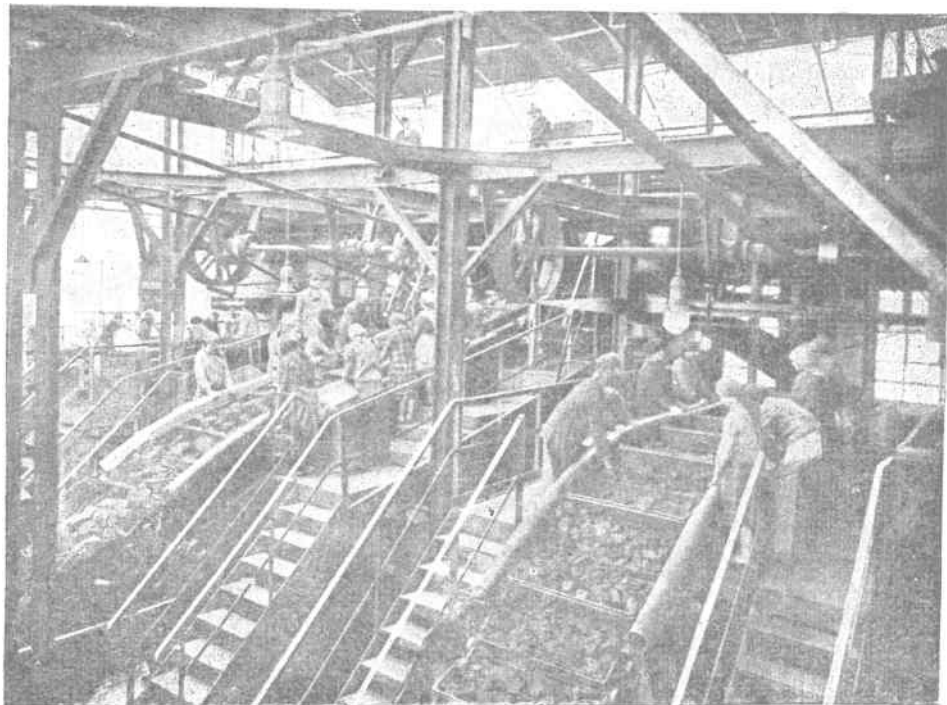
Rys. 394

i wtedy tory przesuwnic stanowią dopełnienie torów kolejowych leżących wyżej.

22. PRZERÓBKA MECHANICZNA

W większości wypadków wydobyty z kopalni urobek nie stanowi jeszcze produktu handlowego. Jest on produktem surowym, który przed skierowaniem na rynek zbytu powinien być poddany pewnym operacjom. Tak np. węgiel musi być przesortowany w celu uzyskania produktów o różnej wielkości kawałków i pozbawiony zanieczyszczających go kamieni; sól kamienna musi być zmielona; z rud musi być oddzielona skała płonna itd.

Wszystkie te operacje wchodzą w zakres działu górnictwa, noszącego nazwę przeróbki mechanicznej. Operacje te wykonuje się w odpowiednich urządzeniach mechanicznych, których zespół stanowi zakład przeróbczy, zbudowany zwykle w sąsiedztwie szybu wyciągowego.

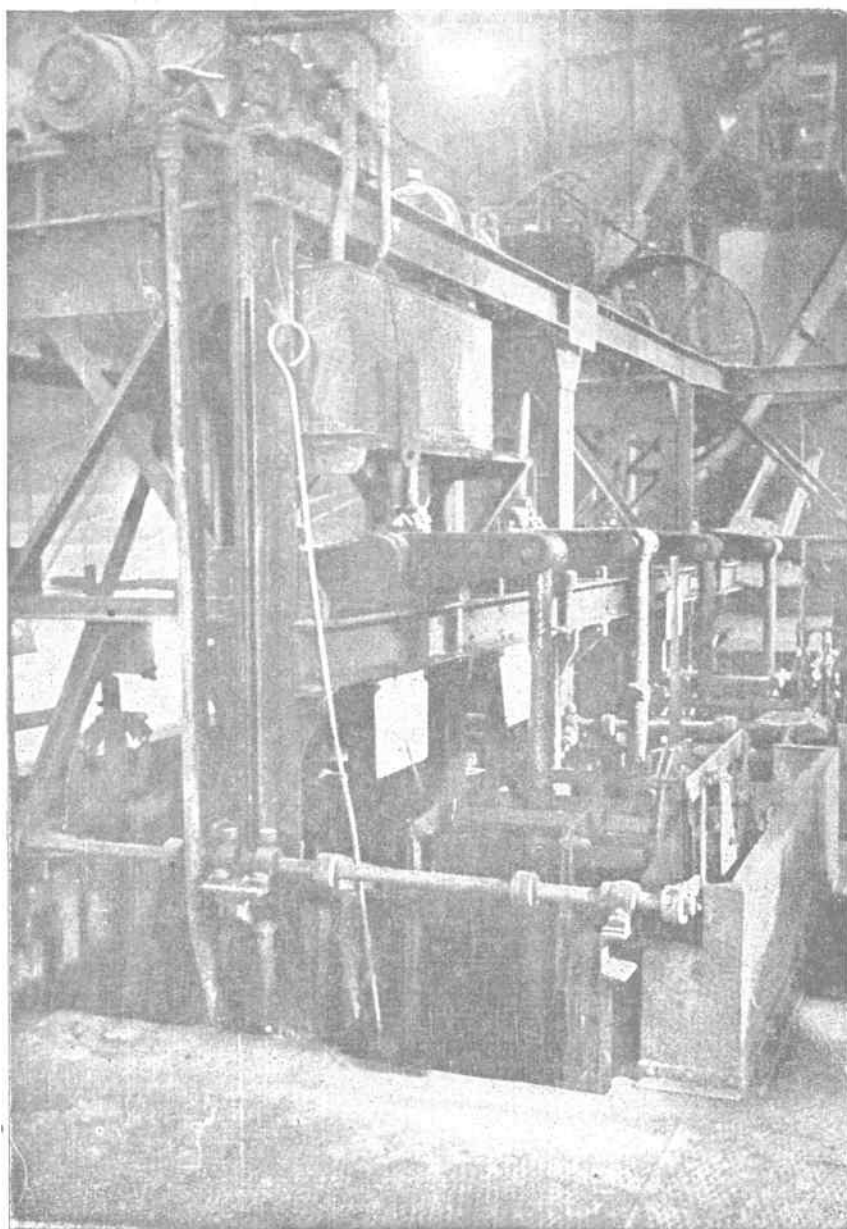


Przebieganie ręczne węgla
Rys. 395

Jeżeli chodzi o zakłady przeróbcze węgla, to prawie każda kopalnia posiada sortownię, w której odbywa się rozdział urobku na sortymenty:

kęsy		o wielkości kawałków ponad	125	mm
kostka	„	125	—	80 mm
orzech I	„	80	—	50 mm
orzech II	„	50	—	31,5 mm
groszek I	„	31,5	—	20 mm
groszek II	„	20	—	10 mm
grysik	„	10	—	6,3 mm
miał	„	6,3	—	0 mm

Z węgla grubego i kostki robotnicy wybierają kamienie rękami (rys. 395). Oddzielenie kamienia z drobniejszych sortymentów przeprowadza się częściej sposobem mechanicznym. Do tego celu służą odpowiednie płuczki (rys. 396), w których oddzielenie kamienia od węgla



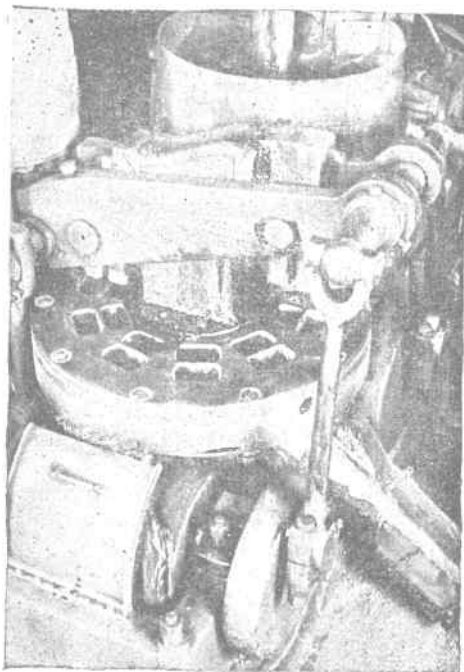
Płuczka węgla

Rys. 396

dokonyuje się za pomocą wody. Często również oddzielenie zanieczyszczeń przeprowadza się w tzw. wialniach, w których zamiast wody stosuje się prąd powietrza.

Przesortowany i oczyszczony węgiel, czyli jak mówimy węgiel „wzbogacony”, kieruje się za pomocą odpowiednich przenośników z zładu przeróbczego do wagonów; skałę płonną wywozi się na hałdę. Oprócz węgla wzbogaconego i skały płonnej, czyli odpadów, bardzo często uzyskuje się w zakładzie przeróbczym jeszcze trzeci produkt — produkt pośredni, składający się ze zrostów węgla ze skałą płonną. Zrosty takie wykorzystuje się dla własnych potrzeb kopalni jako opał kotłowy.

Jeżeli urobek wydobyty z kopalni zawiera w sobie dużo mialu i jeżeli sortyment ten nie znajduje nabywców, kopalnia może być zmuszona do wybudowania tzw. brykietowni, w której mial węglowy po zmieszaniu z pewną ilością paku (smoły węglowej) poddaje się prasowaniu w odpowiednich formach (rys. 397). Otrzymane cegielki noszą nazwę brykietów. Węgiel brunatny daje się brykietować nawet bez dodatku paku.



Prasa brykietowa
Rys. 397

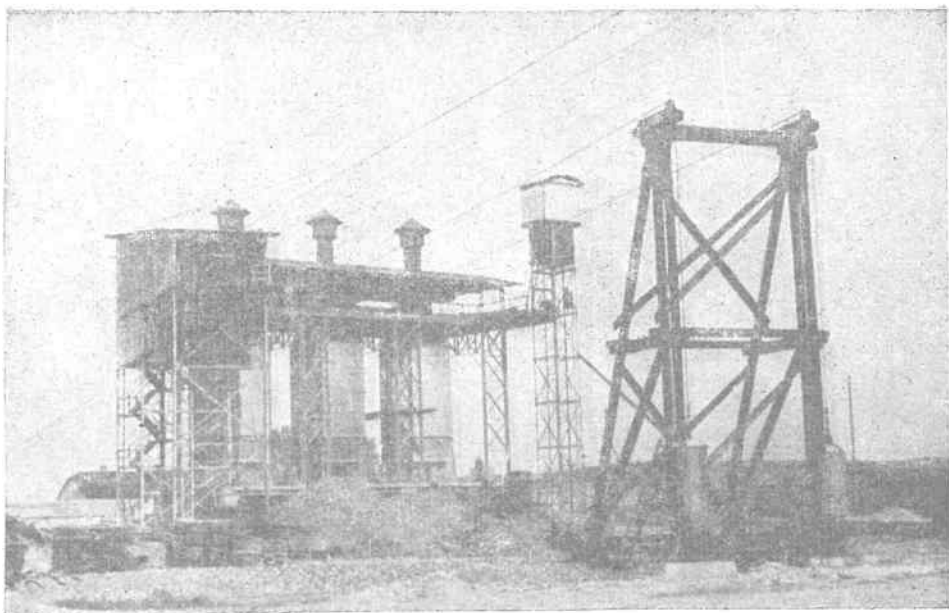
Węgłe koksujące rozdrobione na mial kieruje się do koksowni, w których oprócz koksu otrzymuje się gaz świetlny, benzol, oleje oraz inne produkty uboczne.

Oprócz wspomnianych wyżej sposobów wzbogacania (oczyszczania) w ostatnich czasach najdrobniejsze cząstki (muł) węgla koksujących wzbogaca się sposobem flotacyjnym. Sposób ten polega na tym, że do mieszaniny drobnych ziarn węgla i wody dodaje się w nie-dużej ilości pewne czynniki (najczęściej olej terowy) i poddaje mieszaninę energicznemu mieszananiu. Powstaje przy tym piana, która wynosi na siebie czysty węgiel, zanieczyszczenia zaś pozostają w wodzie.

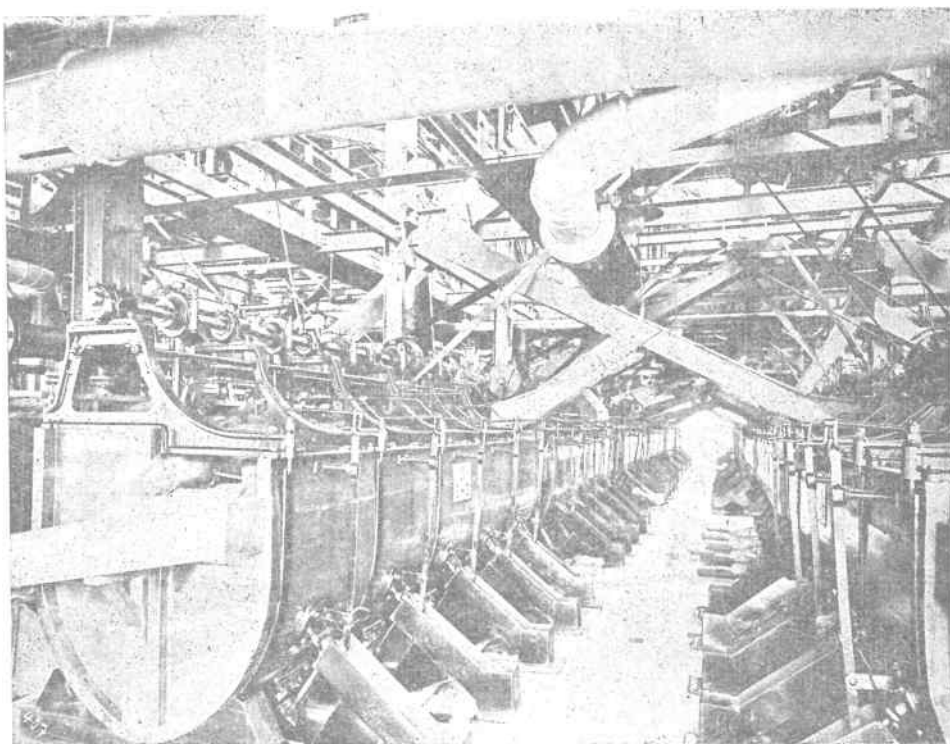
W zakładach przeróbczych soli urobek, gdy jest zupełnie czysty, poddaje się rozdrabnianiu w odpowiednich kruszarkach i młynach. Sól zanieczyszczoną (ilami solnymi) rozpuszcza się w wodzie i poddaje wyparowaniu w warzelniach lub na tężniach.

Rudy żelazne wzbogaca się rozmaitymi sposobami, zależnie od ich składu chemicznego. Tak np. magnetyt oddziela się od skały płonnej za pomocą elektromagnesu; hematyt — w płuczkach; syderyt poddaje się prażeniu w piecach (rys. 398), przez co wydziela się z niego CO_2 , zawartość zaś żelaza wzrasta. Drobne klasy wzbogaonej rudy żelaznej miesza się z pewną ilością koksu lub węgla i zapala się w odpowiednich przyrządach, przez co wytwarza się wysoką temperaturę, ziarenka rudy spiekają się ze sobą, tworząc grubsze, porowate kawałki aglomeratów.

Kruszce cynku i ołowiu wzbogaca się w płuczkach i maszynach flotacyjnych (rys. 399).



Prażalnia rudy żelaznej
Rys. 398



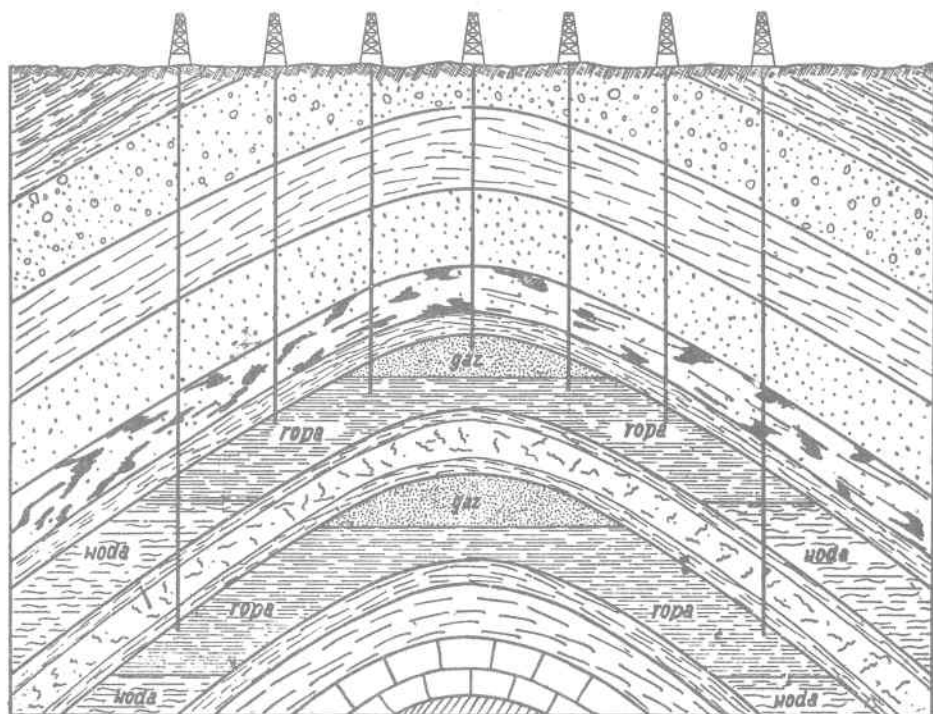
Płuczki łukowe dla rudy
Rys. 399

23. WYDOBYWANIE ROPY NAFTOWEJ I GAZU ZIEMNEGO

(opracował prof. inż. Jan Czastka)

Ropa naftowa jest płynną mieszaniną różnego rodzaju węglowodorów. Wypełnia ona porowate przestrzenie piaskowców lub innych skał osadowych, tworząc złoża ropne (rys. 400).

Ropa znajduje się w złożu zwykle pod pewnym, niekiedy bardzo wysokim ciśnieniem i zawiera większe lub 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.



Przekrój przez złożo ropne
Rys. 400

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

Energia złoża ropnego, wyrażająca się panującym w nim ciśnieniem jest tą właściwością złoża ropnego, która odróżnia je od złóż innych surowców mineralnych, które tej energii nie posiadają.

SPOSOBY WYDOBYWANIA ROPY NAFTOWEJ

Wydobywanie ropy ze złóż odbywa się obecnie prawie wyłącznie za pomocą otworów wiertniczych czyli odwiertów, wykonanych z powierzchni ziemi. Mniejsze natomiast znaczenie posiadają dotychczas metody górnicze.

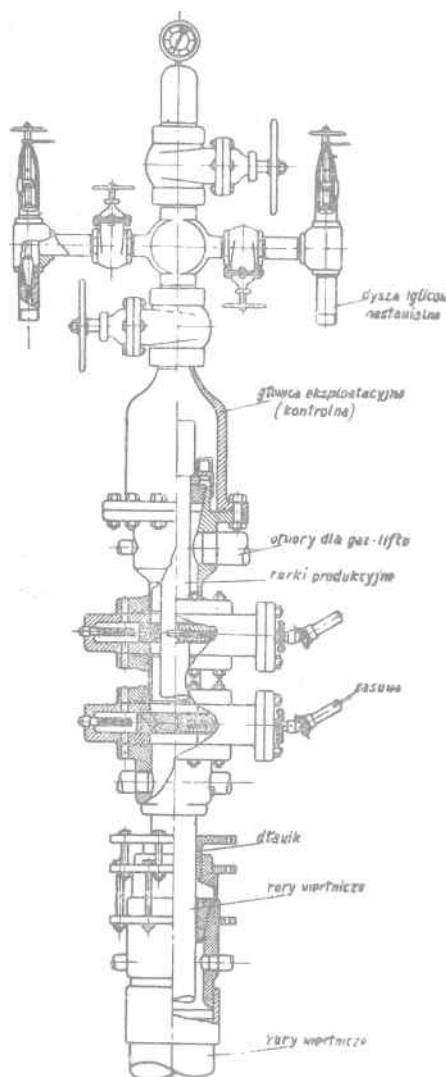
Obecnie stosowane są następujące metody wydobywania ropy z odwiertów:

- 1) wypływ samoczynny,
- 2) wydobywanie przy pomocy sprężonego powietrza lub gazu,
- 3) pompowanie,
- 4) łyżkowanie i tłokowanie.

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

Po dowiecieniu otworu do złoża ropnego następuje w tym miejscu obniżenie ciśnienia, wskutek czego pomiędzy złożem a odwiertem powstaje różnica ciśnień, dzięki której następuje przepływ ropy i gazu ze złoża do odwiertu. Tutaj ropa miesza się z gazem, tworząc „zgazowaną” mieszaninę o niskim ciężarze właściwym, która wznosi się w rurach, aż w końcu osiąga ich górny wylot i odpływa do odpowiednich zbiorników, zwanych separatorami, w których następuje oddzielenie gazu od ropy.

Urządzenie powierzchniowe, służące do ujęcia ropy i gazu wypływających z odwiertu samoczynnego składa się z całego zespołu zaworów i rurociągów, noszących w Ameryce nazwę „Christmas Tree”, a w Związku Radzieckim „jodełka”. U nas przyjęła się nazwa „Boże Drzewko” (rys. 401).



Urządzenie do ujęcia ropy i gazu

Rys. 401

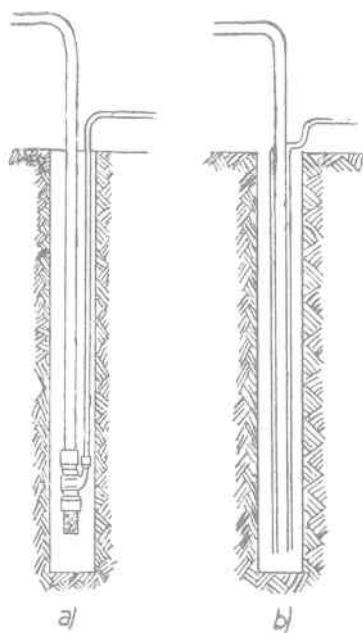
Zmiany ilości ropy i gazu wypływających z otworu dokonywane są najczęściej za pomocą odpowiednich zaworów. W czasie wydobywania ropy z odwiertów uchodzą ze złoża razem z ropą niekiedy bardzo duże ilości gazu. Ponieważ gaz towarzyszący ropie w złożu jest źródłem energii przepychającej ropę do otworów, więc przy wydobywaniu ropy należy jak najwięcej oszczędzać energii tego gazu czyli należy dążyć, aby z ropą

uchodziło ze złoża jak najmniej gazu. Stosunek objętości gazu do ilości ropy razem z nim wydobytej z tego samego pokładu roponośnego nazywa się wykładnikiem gazowym. Wykładnik ten w okresie wydobywania ropy ze złoża powinien posiadać jak najmniejszą wartość.

Samoczynny wypływ ropy z odwiertów trwa tak długo, jak długo 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. Aby przedłużyć jeszcze wypływ ropy z odwiertu, trzeba niezbędnych do tego celu ilości gazu dostarczyć z jakiegoś obcego źródła, najczęściej ze sprężarki. Wówczas dalsze **wydobywanie ropy** z odwiertu będzie się odbywać **przy użyciu sprężonego gazu**. Często zamiast gazu używa się sprężonego powietrza. Ten sposób nazywa się wydobywaniem ropy przy pomocy sprężonych gazów (air-gaslift).

Istnieje wiele różnych odmian urządzeń do wydobywania ropy za pomocą sprężonych gazów. Najstarszym urządzeniem, które jednak nie znalazło zastosowania przy wydobywaniu ropy, a natomiast używane jest do wydobywania wody z głębokich studzien, jest pompa „mamut” (rys. 402a). Urządzenie to składa się z dwóch kolumn rur, które umieszcza się obok siebie w otworze. Jedna kolumna rur o większej średnicy służy do wypływu mieszaniny cieczy i powietrza, druga o mniejszej średnicy służy dla doprowadzenia sprężonego powietrza. 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 sprężonego powietrza w kolumnie wypływowej tworzy się mieszanina cieczy i powietrza, która posiadając niski 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, posiadającym stosunkowo małą średnicę. Zastosowano więc sposoby, w których do odwiertu zapuszcza się jedną lub dwie kolumny rurek umieszczonych współśrodkowo jedna w drugiej. Jeżeli stosowana jest jedna kolumna rurek, wówczas doprowadzenie sprężonego powietrza lub gazu odbywa się przestrzenią pierścieniową, zawartą pomiędzy ostatnią kolumną rur wiertniczych



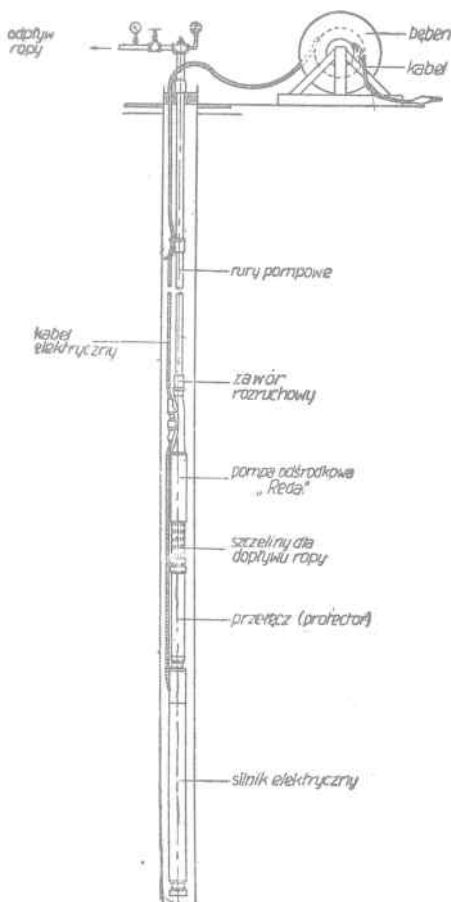
Pompa „Mamut”
Rys. 402

a kolumną rurek produkcyjnych. Wpływ mieszaniny ropy i gazu odbywa się rurkami produkcyjnymi (rys. 402b).

Pewną odmianę sposobów wydobywania ropy przy pomocy sprężonych gazów stanowi urządzenie z komorą wyporową, nazywane niewłaściwie pneumatyczną pompą wyporową. Urządzenie to przedstawione jest na rys. 403. Pompa wyporowa składa się z dwóch kolumn rur umieszczonych współśrodkowo jedna w drugiej. U dolnego końca zewnętrznej kolumny rur przymocowany jest mały zbiorniczek, tzw. komora wyporowa albo płynowa, wykonana z kawałka rury o większej średnicy. U dołu komora wyporowa posiada zawór stopowy.



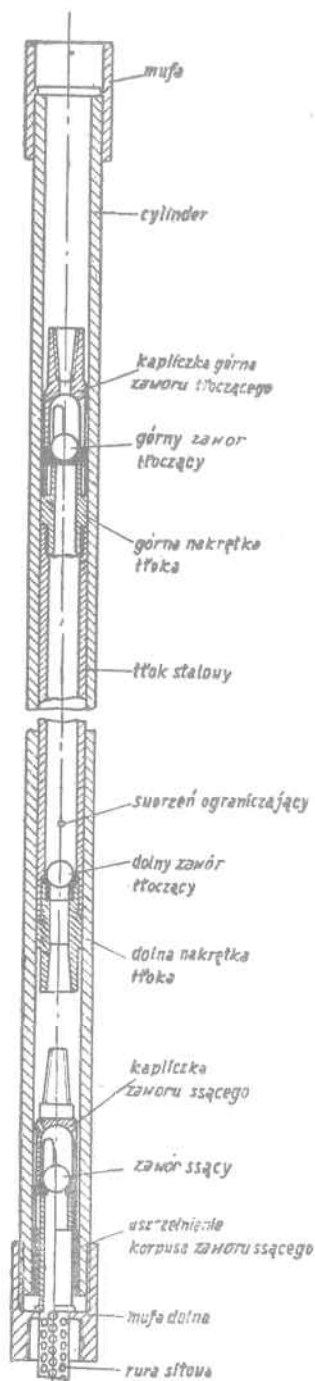
Pompa wyporowa
Rys. 403



Pompa odśrodkowa „Reda”
Rys. 404

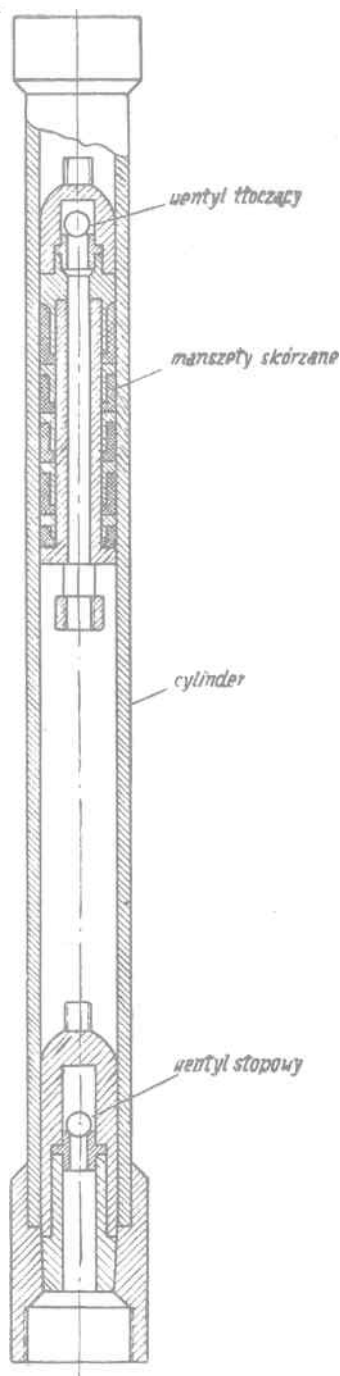
Sprężone powietrze lub gaz doprowadza się przestrzenią zawartą pomiędzy zewnętrzną i wewnętrzną kolumną rur. Ropa wyparta z komory wypływa na wierzch otworu wewnętrzną kolumną rur. Zawór stopowy otwiera się w chwili napełniania się komory ropą, zamyka się zaś w momencie wytłaczania z niej ropy sprężonym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

Najbardziej rozpowszechnionym sposobem mechanicznego (sztucznego) wydobywania ropy z odwiertów jest **pompowanie**. Pompy używane do wydobywania ropy z odwiertów nazywają się **pompami wgłębными**. W użyciu są dwa rodzaje pomp wgłębnych: pompy tłokowe i pompy obrotowe. Najwięcej rozpowszechnione są pompy



Pompa w głębna z uszczelnieniem tłoka skórą

Rys. 405



Pompa w głębna z tłokiem stalowym

Rys. 406

wgłębne tłokowe (nurowe). Z pomp obrotowych pewne zastosowanie do wydobywania ropy znalazła pompa odśrodkowa „Reda” (rys. 404). Urządzenie do pompowania przy zastosowaniu pomp wgłębnych tłokowych składa się z dwóch zasadniczych części, a mianowicie:

- 1) właściwej pompy wgłębnej,
- 2) urządzenia do uruchamiania pompy, ustawionego na powierzchni.

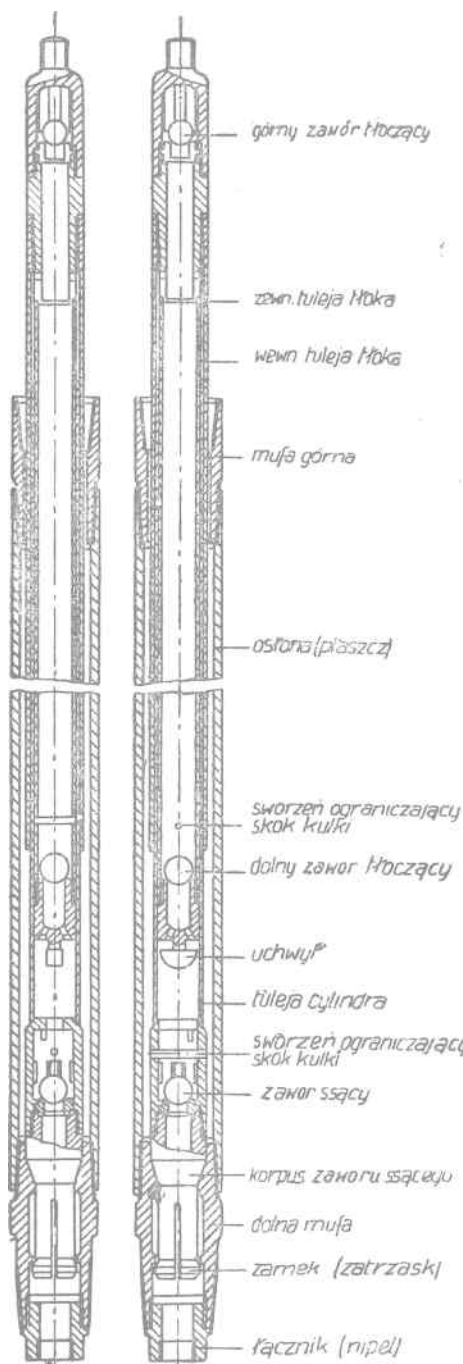
Pompa wgłębna tłokowa (nurowa) ma następujące zasadnicze części:

- 1) cylinder pompowy,
- 2) tłok z zaworem tłoczącym,
- 3) zawór dolny stopowy.

Cylinder pompy przykręcony jest do dolnego końca kolumny rurek pompowych, które sięgają aż do wierzchu i służą do odprowadzenia na powierzchnię wytłaczanej przez pompę ropy. Uruchomienie tłoka pompowego odbywa się za pośrednictwem przewodu żerdzi albo drutów pompowych, które u dołu połączone są z tłokiem pompy wgłębnej, a u góry na powierzchni z wahaczem, otrzymującym ruch od silnika za pośrednictwem odpowiednich przekładni.

U dołu cylindra pompowego przykręcona jest rura dziurkowana zwana rurą sitową, którą dopływa ropa do pompy, równocześnie ma ona za zadanie chronić pompę przed napływem piasku.

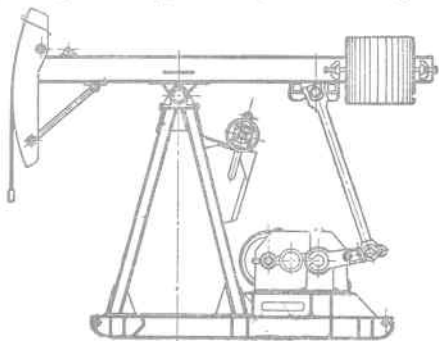
Uszczelnienie tłoka pompowego w cylindrze uzyskuje się przez użycie pierścieni skórzanych albo gumowych, zwanych manszetami, lub też przez dokładne dopasowanie stalowego tłoka do wewnętrznej powierzchni cylindra. Na rys. 405 mamy przedstawioną pompę wgłębna z tłokiem uszczelnionym za pomocą manszetów skórzanych zaś na rys. 406 pompę z tłokiem stalowym.



Pompa z uszczelnieniem płynowym
Rys. 407

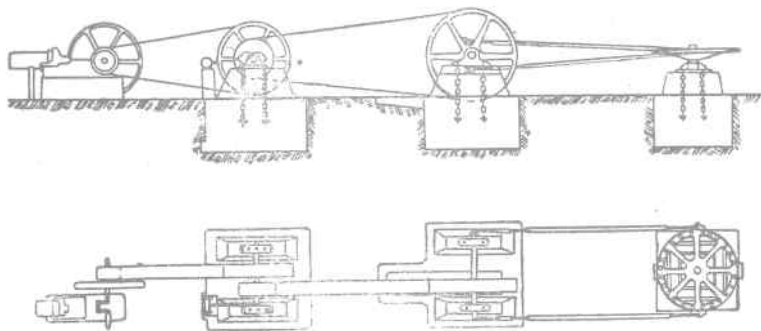
Osobny rodzaj stanowi pompa z uszczelnieniem płynowym (rys. 407), w której uszczelnienie pomiędzy tulejami tłoka a tuleją cylindra stanowi cieniutka warstewka (0,25 mm) ropy, znajdująca się pomiędzy tymi tulejami, które się luźno względem siebie przesuwają.

Napęd pomp w głębinnych z powierzchni odbywa się albo pojedynczo przy pomocy tzw. żurawi pompowych (rys. 408) lub też grupowo przy pomocy tzw. kieratu (kołowrotu), składającego się z koła kieratowego i przekładni napędzanych od silnika gazowego lub elektrycznego (rys. 409). Pompowanie grupowe z kieratu posiada tą korzyść, że przy pomocy jednego silnika można uruchomić kilkanaście pomp w głębinnych. Dzięki temu ten sposób wydobywania ropy jest bardzo tani. Do przeniesienia ruchu z koła kieratowego do pomp w głębinnych służą tzw. kiwaki.



Żuraw pompowy
Rys. 408

Na niektórych kopalniach stosowane jest do wydobywania ropy **łyżkowanie i tłokowanie**. Oba te sposoby wydobywania ropy wychodzą jednak coraz więcej z użycia. Wydobywanie ropy odbywa



Kołowrót pompowy
Rys. 409

się tutaj przy użyciu tzw. łyżki (czerpadła) lub tłoka. Łyżkę lub tłok (rys. 410) zapuszcza się do otworu na linie i po zaczerpnięciu ropy wyciąga się je na powierzchnię. Łyżkowanie i tłokowanie odbywa się przy użyciu urządzenia wiertniczego albo też ustawia się do tego celu osobny wyciąg parowy lub elektryczny.

SPOSOBY ZWIĘKSZANIA WYDOBYCIA ROPY ZE ZŁOŻA

Przyływ ropy ze złoża do odwiertów z czasem zmniejsza się coraz bardziej, aż w końcu ustaje prawie zupełnie, tak że dalsze wydobywanie ropy nie opłaca się. Przyczyną tego zaniku przyływu ropy ze złoża do otworu najczęściej nie jest wyczerpanie fizyczne złoża z ropy, lecz przede-

wszystkim wyczerpanie się energii gazu towarzyszącego ropie w złożu, następnie zamulenie 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 piasku i mułu naniesionego z ropą, względnie usunąć osad parafiny przez zeszkobanie lub też wygrzanie i rozpuszczenie

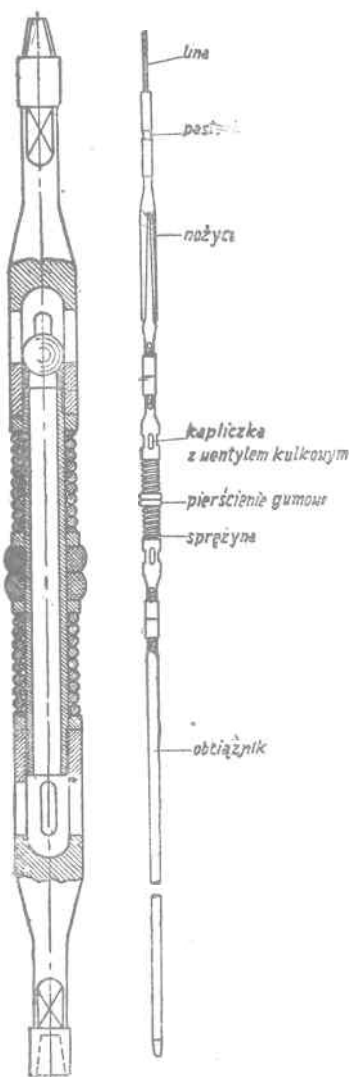
jej, albo też trzeba przystąpić do sztucznego odnowienia energii złożowej, czyli do odbudowania ciśnienia gazowego w złożu ropnym. Usuwanie osadów parafiny z otworów wiertniczych odbywa się najczęściej przy użyciu pary wodnej, gorącej wody doprowadzonej na spód otworu, albo też odczynników chemicznych, wytwarzających ciepło lub rozpuszczających parafinę na dnie odwiertu.

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

Najwięcej rozpowszechnionymi sposobami zwiększenia wydobywania ropy ze złóż ropnych jest wtłaczanie do złoża sprężonego gazu ziemnego lub powietrza, albo też wtłaczanie wody.

Rzadko stosowany jest już sposób wytwarzania próżni w złożu ropnym celem zwiększenia przyływu ropy do odwiertów. Sposób ten przyczynia się raczej do zwiększenia produkcji gazu, który posiada wysoką zawartość gazoliny.

Wtłaczanie gazu ziemnego do złoża może odbywać się albo w początkowym okresie eksploatacji pola naftowego, gdy w złożu panuje jeszcze wysokie ciśnienie, lub też w późniejszym okresie, gdy złożo ropne jest już



Tłok

Rys. 410

w pewnym stopniu wyczerpane. W pierwszym wypadku chodzi o zachowanie wysokiego ciśnienia złożowego, w drugim wypadku o jego odbudowę. Ten drugi sposób odbudowy ciśnienia złożowego zwany jest „Marietta”. Wtłaczanie sprężonych gazów do złoża odbywa się wybranymi i przygotowanymi do tego celu otworami tzw. tłoczającymi lub zasilającymi, położonymi najczęściej w najwyższej części złoża ropnego, czyli w jego partii szczytowej. Ciśnienie wtłoczonego gazu rozprzestrzenia się w złożu i wypycha pozostałą w nim ropę do otworów produkujących, którymi się ją wypompowuje na wierzch do zbiorników. Wtłacza się do złoża powietrze lub gaz ziemny, korzystniej jest jednak wtłaczać gaz ziemny, który łatwiej rozpuszcza się w ropie i przez zmniejszenie jej lepkości wpływa korzystnie na jej przepływ w piaskowcu roponośnym. Zaletą sposobu wtłaczania powietrza jest jego tanie i możliwość łatwej kontroli jego rozchodzenia się w złożu.

Wtłaczanie wody do złoża ropnego odbywa się podobnie jak wtłaczanie sprężonych gazów za pośrednictwem wybranych i przygotowanych do tego celu otworów, rozmieszczonych w ten sposób, że otwór produkujący ropę znajduje się w środku grupy otworów, którymi wtłacza się wodę do złoża. Najczęściej stosowane rozmieszczenie otworów jest takie, że otwory którymi wtłacza się wodę, umieszcza się na wierzchołkach kwadratu lub sześcioboku umiarowego, zaś otwór produkujący ropę znajduje się w jego środku.

Dotychczas najlepsze wyniki przy zwiększaniu wydobywania ropy za pomocą wtłaczania wody do złoża uzyskano na obszarze naftowym Bradford w Pensylwanii (USA).

Woda przeznaczona do wtłaczania powinna być zarówno mechanicznie jak i chemicznie czysta.

Na niewielką skalę stosowana jest dotychczas górnicza eksploatacja złóż ropnych. Jest to sposób pozwalający praktycznie wydobyć prawie wszystką ropę zawartą w złożu, podczas gdy inne sposoby dotychczas opisane zezwalają na wydobywanie tylko pewnej części zawartej w złożu ropy. Procentowo ilość ta może wynosić od 20% do 60%, rzadko więcej, podczas gdy przy eksploatacji górniczej można by wydobyć ponad 95% ilości ropy zawartej w złożu.

Na większą skalę zastosowano eksploatację górniczą złóż 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 obecnie pędzi się chodniki powyżej pokładu ropnego. Do położonego niżej pokładu ropnego dochodzi się szybikami o wymiarach 0,75 x 0,5 m i głębokości 3 do 10 m, do których ścieka ropa, wydobywana następnie okresowo przy pomocy pomp lub sprężonego powietrza. Szybiki rozmieszczone są w odległościach 10 m od siebie.

Eksploatacja górnicza w Wietze wyróżniała się tym, że z pokładu, w którym ropa nie chciała ściekać, gdyż piaskowiec składał się z bardzo drobnych ziarn i posiadał domieszkę ilu, wydobywano urobek na powierzchnię, gdzie go rozdrabiano mechanicznie, po czym ropę wypłukiwano przy pomocy wody ogrzanej do temperatury 80°C z 2,5% dodatkiem ługu sodowego lub parą wodną o ciśnieniu do trzech atmosfer. W ostatnich czasach urobek pozostaje pod ziemią i tam się z niego wy-

plukuje ropę przy pomocy pary wodnej. Ropa zostaje odprowadzona do zbiorników, a piasek z wodą użyty jest do podsadzki.

GOSPODARKA ROPNA NA KOPALNI

Zadaniem gospodarki ropnej na kopalni jest ujęcie, pomiar, oczyszczenie, przechowywanie i przygotowanie dla przetłoczenia do rafinerii ropy wydobytej z otworów wiertniczych.

Ropie wydobywanej z odwiertu towarzyszą pewne mniejsze lub większe ilości gazu, poza tym ropa ta zawiera często różne zanieczyszczenia jak woda (solanka), piasek i muł. Przed przetłoczeniem do przeróbki w rafinerii ropa musi być na kopalni odpowiednio oczyszczona.

Dawniej ropę wydobywaną z odwiertów odprowadzano do otwartych zbiorników lub nawet dołów. Ten sposób ujęcia produkcji ropy powodował duże straty lotnych jej składników. Aby temu zapobiec stosowany jest obecnie zamknięty sposób wydobywania ropy polegający na tym, że ropa wypływająca lub wydobywana z odwiertu odpływa do szczelnie zamkniętego zbiornika, w którym następuje oddzielenie od ropy gazu, a także częściowo wody oraz piasku i mułu. Równocześnie przeprowadza się przy tym pomiar wydobytej ropy i gazu a niekiedy także i wody dla celów kontrolnych. Oddzielony od ropy gaz odpływa do gazoliniarni w celu uzyskania z niego gazoliny lub też jako opał do kotłowni, względnie jako paliwo do silników gazowych.

Zbiorniki służące do ujęcia i pomiaru ropy wydobywanej z odwiertów były dawniej wykonywane z drewna, obecnie stosowane są prawie wyłącznie zbiorniki żelazne, stojące lub leżące.

Pomiar ropy zawartej w zbiornikach kopalnianych jest czynnością wykonywaną codziennie i ma na celu oznaczenie ilości wydobytej z odwiertów ropy. Pomiaru te wykonuje się przy pomocy łąty drewnianej z podziałką lub też taśmy stalowej zaopatrzonej w obciążnik i podziałkę centymetrową. Poza tym potrzebny jest przyrząd do pobierania próbek płynu z dowolnej wysokości 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 drobniutkich kuleczek wody otoczonych cieniutką warstewką asfaltu i nierozpuszczalnych w wodzie soli wapniowych oraz innych ciał stałych, przyczepionych do powierzchni kuleczek. Kuleczki te naładowane są dodatnią elektrycznością, wskutek czego nie mogą się ze sobą połączyć, a jako naładowane jednoimiennie wzajemnie się odpychają. W tym tkwi cała trudność rozkładu emulsji ropnych. Kuleczki wody znajdują się w ropie w stanie rozproszonym.

Oczyszczenie ropy na kopalniach ma na celu usunięcie z ropy solanki i innych ciał obcych. Najprostszym sposobem oddzielenia solanki od ropy jest odstanie, to jest pozostawienie ropy zmieszanej z solanką w spokoju w zbiorniku przez pewien czas, w którym następuje oddzielenie solanki od ropy wskutek różnicy ich 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 rozładowujących 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. W rafineriach oczyszcza się ropę przy pomocy mechanicznego centrifużowania. W ten sposób oczyszcza się ropę do granic nieosiągalnych innymi sposobami. Zasada działania centrifuż 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 substancji chemicznych rozpuszczających nabłonek. Wymagają one równoczesnego ogrzewania ropy, a to w celu wzmocnienia reakcji i utrzymania ropy w stanie dostatecznej płynności dla ułatwienia osiadania wydzielonej wody i łu.

Substancje chemiczne używane do rozbijania emulsji nazywają się demulgatorami. Własnościami swoimi jako też 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 płynem oraz utrzymanie w czasie reakcji odpowiedniej temperatury. Do całkowitego rozłożenia najtrwalszej emulsji wystarczy zazwyczaj dodatek demulgatora w ilości 2—5 kg na 1 tonę ropy, rozcieńczonego poprzednio 10- lub 20-krotną objętością wody.

Oczyszczenie ropy przeprowadza się w zbiorniku głównym, doprowadzając z beczki rozcieńczony odczynnik.

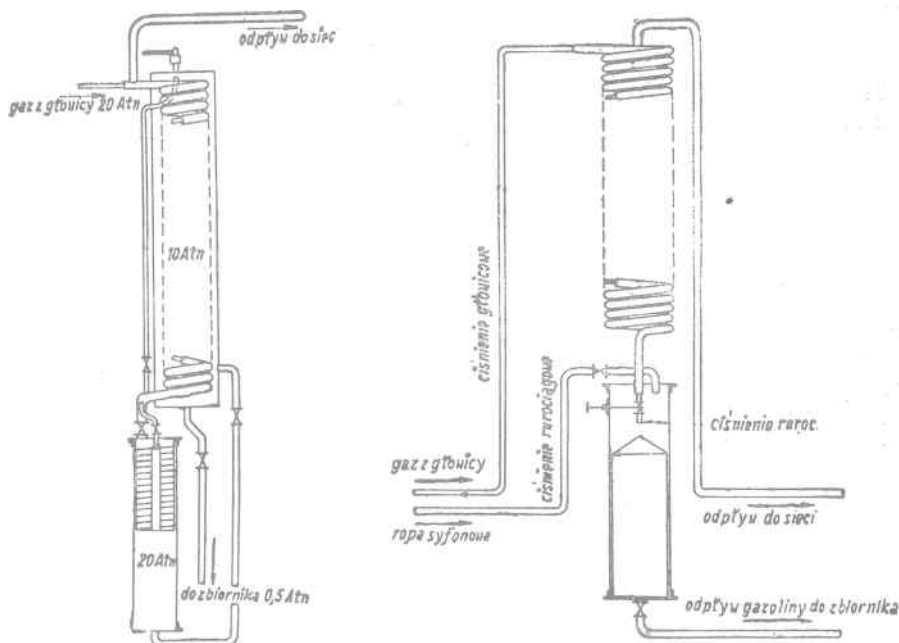
Oczyszczoną na kopalniach ropę przetłacza się na mierniki stacji tłoczniowych, skąd przetłacza się ją rurociągiem do rafinerii wprost, albo do kolejowych stacji wysyłkowych, a wówczas przewożenie ropy do rafinerii odbywa się cysternami. Mniejszą ilość ropy przewozi się z kopalni do stacji kolejowych lub do rafinerii beczkami lub beczkowozami. Przewóz ropy rzekami odbywa się przy pomocy do tego celu urządzonych barek, ciągnionych przez parowiec. Morski przewóz ropy odbywa się przy pomocy specjalnych statków-tankowców, których wnętrze podzielone jest ściankami na system niezależnych od siebie komór.

WYDOBYWANIE GAZU ZIEMNEGO

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

Gaz ziemny wypływający z otworów gazowych, o ile jest nieco zawilgocony, przepływa przez odpowiednie separatory dla oddzielenia wilgoci, następnie przez stację pomiarową do gazociągu, którym doprowa-



Oddzielacze gazoliny

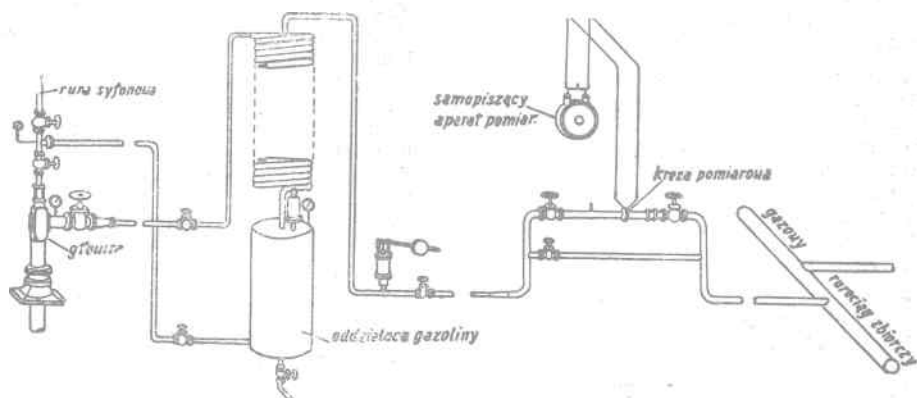
Rys. 411

dzany jest do miejsc zużycia. W odwiertach produkujących gaz mokry lub z wodą gromadzą się na dnie wykrpiny lub woda, które usuwa się przy użyciu rurek o małej średnicy, nazywanych syfonowymi.

Gaz ziemny mokry, zawierający wykroplające się węglowodory przepływa z głowicy odwiertu gazowego do odpowiednich oddzielaczy gazoliny, które składają się z jednej lub dwóch współśrodkowo umieszczonych węzownic (rys. 411).

Gaz odbierany z głowicy odwiertu lub rurek syfonowych przepływa przez węzownicę w dół do zbiornika umieszczonego w dolnej części separatora, a stamtąd przepływa z powrotem do cylindra separatora, ulegając rozprężeniu w zaworze rozprężającym. Wskutek tego gaz silnie się ochładza i opływając naokoło rurek węzownicy chłodzi przepływający w nich gaz. Dzięki temu ochłodzeniu następuje wykroplenie gazoliny z gazu. Gazolina ta gromadzi się w zbiorniku umieszczonym w dolnej części separatora. Chłodzenie jest tym skuteczniejsze, im większa jest ekspansja gazu, czyli im z wyższego ciśnienia rozpręża się gaz.

W niektórych separatorach zastosowano zasadę przeciwprądu, polegającą na tym, że w separatorze znajdują się dwie węzownice, jedna w drugiej. Gaz z głowicy odwiertu płynie środkową (wewnętrzną) węzownicą, zaś gaz rozprężony, a więc oziębiony płynie zewnętrzną węzownicą, chłodząc w ten sposób gaz płynący w wewnętrznej węzownicy. Separatory te działają dobrze, o ile rozprężenie gazu następuje z wyso-



Urządzenie do wydobywania i pomiaru gazu mokrego

Rys. 412

kiego ciśnienia na ciśnienie dosyć niskie. Z chwilą spadku ciśnienia na głowicy odwiertu skutek chłodzenia zmniejsza się, a zatem maleje i wydatek gazoliny.

Na rys. 412 mamy przedstawione urządzenie do wydobywania i pomiaru gazu mokrego (gazolinowego).

SKOROWIDZ

(Stronę, gdzie podana jest definicja, oznaczono tłustym drukiem)

- Aglomerat — 183
 Ambulatoria pierwszej pomocy — 177
 Amonity — 87
 Anemometr — 114
 Aparaty oddechowe — 124, 174
 Aureola metanu — 109
 Bagrownice — p. czerparki
 Barograf — 111
 Barometr — 111
 Bębny stożkowe — 167, 169
 Bębny walcowe — 167, 169
 Bobiny — 167, 169
 „Boże Drzewko” — 186
 Brykietownia — 183
 Budynek nadszybowy — 169
 Cementowanie skał — 33, 52, 53
 Chodnik eksploatacyjny — 66
 Chodnik objazdowy — 60
 Chodnik piętrowy — 59
 Chodnik pośredni — 59, 62
 Chodnik transportowy (przewozowy) — 32, 58, 59, 62, 63, 66, 138, 148
 Chodnik wentylacyjny — 59, 62, 63, 66
 Chodnik wodny — 60, 128
 Ciągnięcie szybami — 129, 158
 Ciepłe warunki pracy — 113
 Czerparki — 75, 76, 77
 Depresja wentylatora — 117
 Dłuta wiertnicze — 35, 40, 42, 44, 51, 77, 78
 Dowierzchnia — 66, 132
 Drużyna ratownicza — 124, 125
 Dworzec kopalniany — 60, 179, 180
 Dwutlenek siarki — 108, 115
 Dwutlenek węgla — 107, 121, 125
 Dynamit — 87
 Ekskawatory — p. czerparki
 Eksploatacja górnicza ropy — 193
 Eksploatacja odkrywkowa — 61
 Eksploatacja podziemna — 61, 69
 Elektrownia kopalniana — 60, 171, 172
 Flektrowóz akumulatorowy — 149, 150
 Flektrowóz przewodowy — 149, 150
 Filary ochronne — 66, 69, 126, 127
 Filary ogniowe — 121, 122
 Filary oporowe — 127
 Flotacja — 183
 Gardło — 68
 Gaz kopalniany — 104, 105, 108, 109, 110
 Gaz ziemny — 185, 190, 192, 195
 Gazolina — 196, 197
 Gniazda — 21, 23, 24
 Górnictwo polskie — 14, 16, 17
 Grubość pokładu — 21
 Hala maszyn wyciągowych — 170
 Hałdy — 60, 179, 183
 Higrometr — 113
 Ilość powietrza — 114, 115
 „Kaczy dziób” — 155
 Kaszty — 63, 64, 102, 103, 104
 Kilofy — 70, 71, 74, 82, 94, 174
 Klatka wyciągowa — 57, 60, 129, 148, 158
 Klíny — 70, 71
 Kominy wentylacyjne — 117
 Koksownia — 183
 Koło cierne (Koepe) — 167, 168, 169
 Komfort pracy — 113
 Komora pomp — 60, 128
 Kompas geologiczny — 21, 22, 26, 28
 Kompresory — p. sprężarki
 Kopaliny użytkowe — 10
 Koronki wiertnicze — 39, 40
 Kotłownia kopalniana — 60, 170
 Krzyże — 102
 Kurzawka — 53, 54, 55, 56
 Kuźnie kopalniane — 174, 175
 Lampiarnie — 60, 173, 174
 Lamy acetylenowe — 104, 105, 106, 107
 Lamy benzynowe bezpieczeństwa — 104, 105, 106, 107, 109, 110, 114, 173, 174
 Lamy elektryczne — 105, 106, 107
 Lamy wskaźnikowe — 109
 Laska wiertnicza — 78, 79
 Lej podsadzkowy — 60, 65
 Lokomotywy — 150, 151
 Lonty — 87, 88, 89, 91
 Lutnie podsadzkowe — 65
 Lutnie wentylacyjne — 120
 Ładowarki — 155, 156, 157, 158
 Łapadła klatek — 159, 160
 Łaźnia kopalniana — 60, 175
 Łomy — 71
 Łopaty — 70, 153
 Łubki szynowe — 139
 Ługowanie soli — 94
 Łupliwość skał — 22, 23
 Łyżka wiertnicza — 41, 42, 51
 Łyzkowanie ropy — 191
 Magazyny kopalniane — 177
 Markownia — p. znaczkownia
 Masywy — 21, 23
 Maszyny wyciągowe — 60, 164, 166, 167, 169, 170, 172
 Materiały wybuchowe — 31, 49, 62, 70, 77, 86, 87, 88, 89, 92, 108, 129
 Metan — 87, 108, 109, 110, 114, 115, 173
 Młotek mechaniczny — 62, 73, 74, 75, 86
 Monitor — 65, 66, 93
 Nabój zapalczy — 89, 90, 91
 Nadkład — 31, 32, 33, 46, 61, 93
 Nadszybie — 148, 160, 161, 164, 165, 166, 169, 170
 Nawierzchnia torowa — 138

Niecka (geologiczna) — 22, 23
 Niecka osiadania — 69
 Noga — 66
 Nośnik szybikowy — 130, 131
 Nożyce wiertnicze — 36

 Obciążnik wiertniczy — 36, 42
 Objazd — 153
 Obudowa chodników — 95, 97, 98, 99, 100, 122
 Obudowa skrzyżowania chodników — 101
 Obudowa szybów — 50, 51, 52, 53
 Obudowa szybów opuszczana — 54, 55
 Obudowa szybów wbijana — 53, 54
 Obudowa szybów wodoszczelna — 55
 Obudowa wyrobisk eksploatacyjnych — 102
 Oczyszczanie ropy — 194, 195
 Odkrywka — 46
 Odpady — 183
 Odstawa urobku — 60, 129, 130, 132, 134
 Odwadnianie kopalni — 126, 127, 128
 Odwadnianie szybu — 128
 Odwiert — 186
 Okrętka — 36
 Okrętka płuczkowa — 41, 42
 Opór kopalni — 117
 Organy — 67, 102, 103
 Osadnik — 65
 Oskard — 71, 74
 Oświetlenie kopalni — 61, 104, 110
 Otwory poszukiwawcze — 33
 Otwory strzałowe — 49, 62, 63, 77, 85, 86
 Otwory wiertnicze — 33, 37, 39, 40, 42, 43, 65, 94, 185, 186

 Pak — 183
 Pasterka — 36
 Paternoster — p. nośnik szybikowy
 Perlik — 72, 73
 Piec wentylacyjny — 116, 117
 Piętro — 49, 60
 Pila węglowa — 85, 86
 Płuczka (wiertnicza) — 42, 43, 60
 Płuczki węgla — 182
 Płuczki rudy — 183, 184
 Płyty rozjazdowe — 140, 141
 Pochylnia — 59, 60, 62, 66, 132, 136, 151
 Podawarki — 153, 154
 Podchwyty — 160, 161
 Podkłady — 138, 139
 Podszadzka płynna — 33, 64, 66, 69, 93, 122
 Podszadzka sucha — 63, 64
 Podsypka toru — 138, 139
 Podszybia — 57, 58, 60, 106, 112, 113, 129, 145, 148, 150, 160, 161, 162, 172
 Podtorze — 138
 Podwózek — 152
 Podziemna gazyfikacja — 94
 Pofałdowanie pokładów — 22, 48
 Pokład — 21, 31, 32, 48
 Pole eksploatacyjne — 59, 63, 66
 Pomosty łącznikowe — 160, 161
 Pompowanie ropy naftowej — 187, 188, 189, 190, 191

Pompy — 172
 Poszukiwanie geofizyczne — 28, 31
 Poszukiwanie geologiczne — 26, 28, 31
 Poszukiwanie górnicze — 26, 31
 Powierzchnia kopalniana — 169
 Poziomy — 48, 49, 60
 Pożary podziemne — 67, 107, 108, 112, 119, 121, 122, 123, 124, 125
 Prażalnie rudy — 183, 184
 Prędkość powietrza — 113, 114
 Proch — 86, 87, 88, 89, 91
 Produkt pośredni — 183
 Prowadniki szybowe — 159, 160
 Przebijanie szybów — 57
 Przecinki — 59, 120
 Przecznicza — 32, 33, 47, 48, 57, 60, 106, 112, 113, 120, 126
 Przegrody wentylacyjne — 120
 Przenośniki stalowo-członowe — 135, 137
 Przenośniki taśmowe — 135, 136, 154, 156
 Przenośniki wstrząsane — 130, 132, 133, 155, 179
 Przenośniki zgrzeblowe — 132, 133, 134, 135, 148, 154
 Przerosty — 82
 Przeróbka mechaniczna — 181
 Przesuwnice wagonów — 179, 180
 Przewietrzanie — 59, 61, 63, 67, 109, 110, 115, 118, 125
 Przewód wiertniczy — 35, 36, 37, 41, 42
 Przewóz linowy — 147, 148
 Przewóz lokomotywowy — 60, 61, 129, 134, 147, 148, 150
 Przewóz łańcuchowy — 148
 Przodek — 59, 62, 63
 Przybierka spągu — 59
 Przybierka stropu — 59
 Przybitka — 91
 Psychroaspirator — 113
 Psychrometr — 113
 Pył kamienny — 111
 Pył węglowy — 110, 111, 121

 Rabowanie — 102
 Rak wiertniczy — 43, 44
 Rdzeń — 39
 Roboty poszukiwawcze — 25, 26, 27
 Roboty przygotowawcze — 58, 61, 62, 66
 Roboty strzelnicze — 71, 87, 107, 108
 Rowy poszukiwawcze — 31, 32, 33
 Rozciągłość pokładu — 21, 23
 Rozjazdy — 141
 Rury wiertnicze — 43, 44, 45

 Samozapalność węgla — 121
 Sejsmograf — 31
 Siodło (geol.) — 22, 23
 Skala pionowa — 10, 25, 61, 82, 104, 166, 170, 173
 Skarbnik — 8, 9
 Skip — 129, 144, 158, 162, 163, 166
 Skład drzewny — 60, 178
 Skład odpadów — 179
 Skład urobku — 178, 179
 Skreper — p. zgarniarka

- Sortownia — 60, 172, 181
 Spag — 18
 Spłonka — 87, 90, 92
 Sprężarki — 150, 172, 173
 Sprężone powietrze — 64, 74, 75, 79, 82, 100, 150, 170
 Sprzęgła wozów — 141, 144, 145
 Stacje pomiarowe powietrza — 114
 Stacje ratownicze — 124, 174
 Stare zroby — 67, 104, 107, 108, 112, 121
 Stopień geotermiczny — 112
 Stół rotacyjny — 41, 42
 Strop — 21
 Strzał zawieszony — 91
 Strzelanie masowe — 92
 System filarowy ubierkowy — 67, 68
 System filarowy zabierkowy — 66, 67, 119
 System komorowy — 67, 68, 127
 System ścianowy — 61, 62, 63, 65, 67, 119
 System ślaski — 66
 System warstwowy — 68, 69
 Szatnie — 60, 176
 Sztolnia — 46, 47, 92, 115, 128, 128
 Sztolnie poszukiwawcze — 31, 32, 33
 Szyby pionowe — 47, 43, 49, 50, 51, 52, 53
 Szyby pochyłe — 46, 47
 Szyby wentylacyjne — 59, 60, 112, 117
 Szyby wyciągowe (wydobywcze) — 60, 112
 Szybiki hamulcze — 153
 Szybiki poszukiwawcze — 31, 32, 33
 Szybiki ślepe — 46, 48
 Szyniaki — 139, 140
 Szyby 138, 139, 141
 Ściana — 61, 62, 63, 103, 104, 132
 Świdry górnicze — 78, 80, 81
 Świdry wiertnicze — 34, 39, 40
 Tamy ogniowe (pożarowe) — 123, 124, 125
 Tamy podsadzkowe — 65
 Tamy wentylacyjne — 60, 118
 Tamy wodne — 127, 128
 Taśmy transportowe — 135, 136
 Temperatura — 112
 Tlen — 106, 115
 Tlenek azotu — 108
 Tlenek węgla — 107, 108, 121, 125
 Tłokowanie ropy — 191
 Torpedowanie — 192
 Transport kopalniany — 129, 130, 138
 Trójnóg wiertniczy — 34, 36, 38
 Tunel — 32
 Uławiczenie skał — 22, 23, 24
 Upad — 21, 24, 31, 32, 33, 37
 Upadowa — 59, 136, 151
 Urabianie — 61, 69, 70, 71, 72, 73
 Uskok — 22, 23, 27, 48, 60
 Uszkodzenia górnicze — 69
 Waga magnetyczna — 28
 Waga skręceń — 29
 Wahacz — 37
 Warsztaty kopalniane — 60, 173
 Wentylacja — 114, 115
 Wentylator — 60, 115, 116, 117, 172
 Werbel — 36
 Węgiel surowy — 182, 183
 Węgiel wzbogacony — 182, 183
 Wialnia — 182
 Wiertarka obrotowa — 73, 79, 81
 Wiertarka udarowa — 78, 82
 Wieża chłodnicza — 60, 171, 172
 Wieża szybowa — 60, 163, 164, 166, 170
 Wieża wiertnicza — 37, 38
 Wilgotność powietrza — 112, 113
 Wkręty — 139, 140
 Wozy dla drewna — 145
 Wozy kopalniane — 48, 141, 142, 143
 Wozy oponowe — 145, 146, 147
 Wozy-wywrotki — 145
 Wrab — 62, 81, 82, 84, 85, 86, 110
 Wrebiarka — 82, 83, 84, 85
 Wychoźnia — 22, 23, 27, 31
 Wydobywanie gazu ziemnego — 195, 196
 Wydobywanie ropy naftowej — 186
 Wsklinienie pokładu — 22, 23
 Wkładnik gazowy — 187
 Wywrot — 162, 165, 166
 Zabierka — 66, 67, 68, 76, 84, 103, 132
 Zakład przeróbczy — 169, 170, 181, 183
 Zamrażanie skał — 33, 55, 56
 Zapalarka — 88
 Zapałniki elektryczne — 87, 88, 90
 Zapory piłowe — 111
 Zapiętki — 160, 161
 Zawarcie — 152, 153
 Zawiesia klatek — 158, 159
 Zbiornik podsadzkowy — 65
 Zbiornik wody — 128
 Zestawy kołowe — 141, 143
 Zdobniarki — 76, 77, 135, 136, 137
 Zdobienie szubiu — 33, 49, 50, 51, 53, 54
 Złoże kopaliny użytkowej — 21, 25
 Złoże okruskowe — 21, 23, 26
 Złoże przemysłowe — 23, 25
 Złoże ranne — 185
 Znaczkownia 60, 173, 176
 Zennienie — 129, 130, 131
 Zsypanie — 129
 Żan — 60
 Żelazko — 72, 73
 Żerdzie wiertnicze — 34, 35, 36, 41
 Żuraw wiertniczy — 37, 38
 Żyła — 21, 22, 23, 26

