

WIEDZA POWSZECHNA

WYDAWNICTWO POPULARNO NAUKOWE

CYKL: POSTĘP TECHNICZNY W GÓRNICTWIE
ZESZYT DRUGI

PODSADZANIE WYROBISK W KOPALNIACH



N A P I S A Ł T A D E U S Z K U B I C Z E K

SPÓŁDZIELNIA WYDAWNICZO-OŚWIATOWA „CZYTELNIK”

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

REDAKTOR DZIAŁU

JERZY RABSZTYN

Zam. 1825/25.LX.50 r.

F-1-39045

Nakład 10.200

Skład rozp. 26. IX. 50 r.

Druk, ukończ. 21. XII. 50 r.

Drukarnia Nr 6 Spółdz. Wyd.-Ośw. „Czytelnik”, Wrocław

PODSADZANIE WYROBISK W KOPALNIACH

POWODY PODSADZANIA WYROBISK W KOPALNIACH

Człowieka świeżo przybyłego na Górny Śląsk i nieprzywykłego do krajobrazu tej części Polski uderza charakterystyczny widok. Jadąc np. z Katowic do Bytomia lub z Chorzowa do Zabrza zauważa, że drogi są jak gdyby na groblach, a tereny po obu stronach drogi leżą o wiele niżej i często są zalane wodą, która tworzy nieraz nawet duże stawy. Ludzie starsi pamiętają dobrze, że tych obniżen po obu stronach drogi nie było albo też były znacznie mniejsze.

Na Górnym Śląsku jest kilkadziesiąt pokładów węgla, leżących jeden pod drugim; grubość ich wziętych razem wynosi często znacznie ponad 20 m. Nad wyeksploatowanymi¹ przestrzeniami zawalają się skały wyżej leżące i zapelniają powstałe pustki i to powoduje równocześnie obniżanie się powierzchni, tworzenie się lejów i zapadlisk, często zalanych wodą. Taka zapadnięta powierzchnia przez długie lata, tj. dopóki teren nie uspokoi się, a więc nieraz przez 20 lat i dłużej, nie nadaje się ani do lepszej uprawy rolnej, ani do zabudowy większymi budynkami gospodarczymi lub nawet mniejszymi mieszkalnymi, a to ze względu na niebezpieczeństwo dalszych obniżen terenowych. W warunkach, jakie przeważnie panują w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, wybranie pokładu węgla 1 m grubego powoduje przeciętnie obniżenie się powierzchni o 30 do 40 cm. Wybranie więc kilku pokładów łącznej grubości 20 m spowoduje obniżenie się terenu o 6 do 8 m, co naturalnie musi pociągnąć za sobą zupełne zrujnowanie powierzchni i uszkodzenie wszelkich budynków i urządzeń, jak drogi, wodociągi, kable elektryczne, telefoniczne itd.

Aby więc nie dopuścić do zrujnowania powierzchni ziemi, musi się pod osiedlami, zakładami przemysłowymi, drogami, kolejami itp. pozostawić nie wybrany węgiel lub inny minerał, czyli stworzyć

¹ objaśnienia są podane na końcu zeszytu



Rys. 1. Widok na zapadnięte i zalane tereny w okolicach Chorzowa, wskutek wybrania pokładów węgla o łącznej grubości ok. 18 m

tw. filary ochronne. Dlatego to drogi na Śląsku są często wyżej położone niż okoliczne tereny, bo pod drogami nie wybrano węgla tak samo jak pod osadami, miastami i dużymi zakładami fabrycznymi, hutami, elektrowniami. Rys. 1 przedstawia widok na zapadnięty teren w okolicach Chorzowa, rys. 2 zaś część Świętochłowic i drogę do Bytomia, leżące na górze, gdyż pod nimi pozostawiono nie wybrany węgiel.

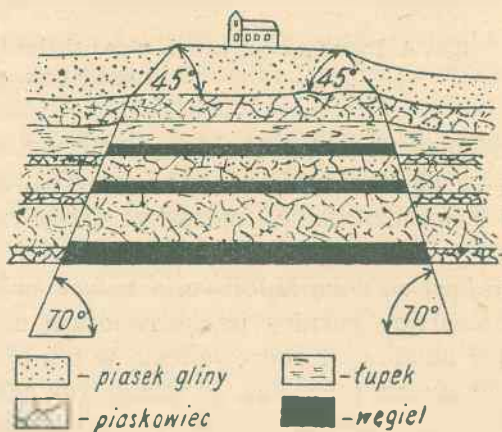
Skąły, załamując się nad wybraną przestrzenią, łamią się nie prostopadle do powierzchni, lecz pod pewnym nachyleniem, zależnym od rodzaju skały. Przy skałach miękkich, kruchych nachylenie jest mniejsze, przy skałach twardych, jak piaskowce, nachylenie jest duże i zbliża się do 90° . Z tej przyczyny filary ochronne im bardziej w głąb ziemi tym są szersze (rys. 3). W filarach ochronnych traci się ogromne ilości minerału, który jest udostępniony i mógłby być łatwo wyeksploatowany. W dodatku, im głębiej leży minerał, tym głębsze muszą być szyby, mocniejsze maszyny do jego wydobywania, tym więcej pieniędzy kosztuje udostępnienie i przygotowanie minerału do eksploatacji, tym więc cenniejszy jest minerał tracony



Rys. 2. Widok na drogę ze Świętochłowic do Bytomia i domy miasta Świętochłowic. Leżą one wyżej od otaczających terenów, gdyż pozostawiono pod nimi niewybrany węgiel, czyli tzw. filar ochronny

w filarach ochronnych, a przy tym więcej się go traci, bo — jak wspomniano — im głębiej, tym szersze muszą być filary ochronne.

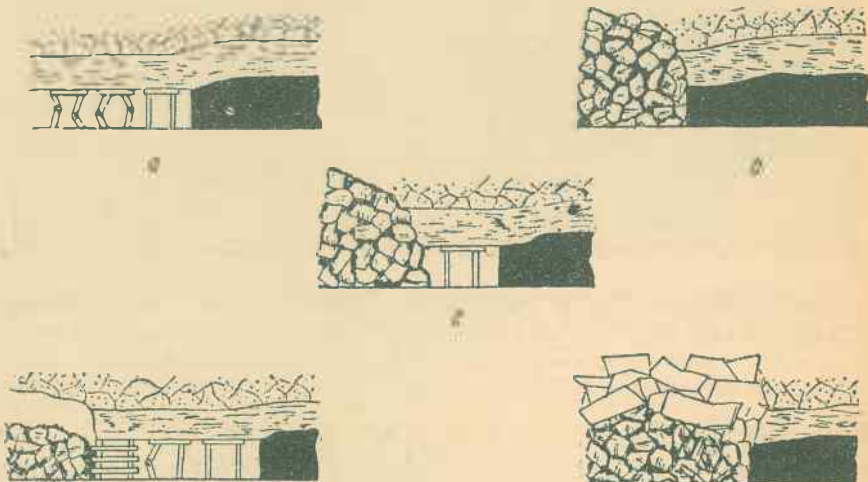
Innym środkiem chroniącym powierzchnię przed zniszczeniem, poza pozostawieniem filarów ochronnych, może być wypełnienie przestrzeni po wybranym mineralu inną skałą lub piaskiem. Ma to tę zaletę, że mimo zwiększonych kosztów pozwala na wybranie udostępnionego już mineralu (węgla, rudy), który posiada ogromną wartość jako bogactwo narodowe, a w przeciwnym razie byłby stracony na zawsze, przy



Rys. 3. Przekrój przez filar ochronny

czym powierzchnia, o ile wypełnienie jest szczelne, obniża się znacznie mniej i łagodniej, nie powodując większych uszkodzeń obiektów.

Pustki powstałe pod ziemią w miejscu wybranego materiału górnik zabezpiecza przed zawaleniem się specjalną obudową² z drzewa lub stali. Obudowa ta zabezpiecza przed zawaleniem się stropu³, tj. skał zalegających nad pokładem węgla lub innego wybieranego materiału. Skały znajdujące się w stropie cisną zarówno na złożę wybieranego minerału jak i na postawioną obudowę (rys. 4 a). Po



Rys. 4. Tworzenie się zawałów pod skałami kruchymi (rys. a, b, c) i twardymi (rys. d, e)

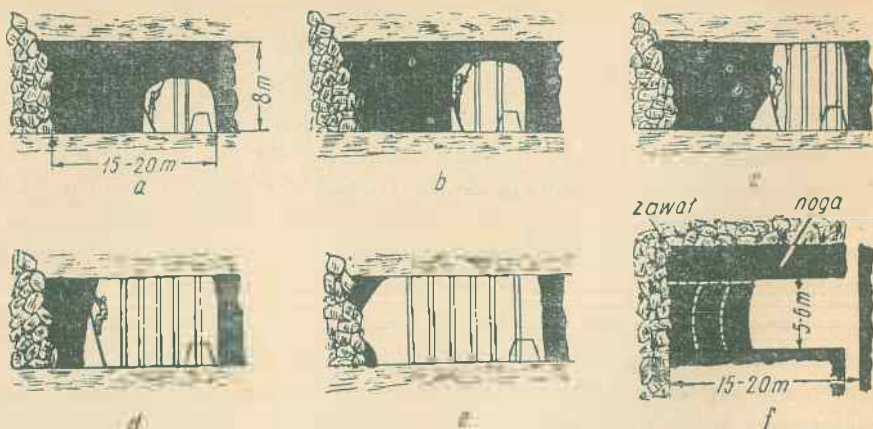
pewnym czasie, gdy obudowa nie wytrzymuje już nacisku skał stropowych, następuje zawał⁴ (rys. 4 b). Jeżeli zawał ten nastąpi nagle i niespodziewanie, może być dla górników bardzo niebezpieczny, gdyż może zaskoczyć ich przy pracy i spowodować katastrofę pociągającą za sobą kalectwo, a nawet śmierć. Aby uniknąć niebezpieczeństwa, górnicy przeprowadzają celowe usuwanie niepotrzebnej już obudowy i doprowadzają w ten sposób do planowego zawalania się stropu (rys. 4 c). W górnictwie cała ta czynność celowego i planowego usuwania obudowy i zawalania stropu nazywa się „rabunkiem”⁵.

Jeśli w stropie jest gruba, kilkunastometrowa warstwa łupku lub innych kruchych skał grubości co najmniej 8 do 9 razy większej od grubości wybieranego pokładu, to zawalona skała spiętrzy się dostatecznie, aby wypełnić pustkę i podeprzeć wyższe warstwy skał zalegających nad pokładem, które już nie walą się raptownie, lecz uginając łagodnie, naciskają skały rumowiska wypełniającego zawalisko i ściskają je (rys. 4 c). Jeśli jednak bezpośrednio nad pokładem znajduje się stosunkowo cienka warstwa skał kruchych (mniej gruba niż 8-krotna wysokość pokładu), a wyżej skały twarde, trudno łamliwe, np. twarde piaskowce, wówczas powstaje bardzo niebezpieczna sytuacja. Zawalone kruche skały nie wypełniają dostatecznie pustej przestrzeni po wybranym mineralu (rys. 4 d), nie podpierają więc twardych skał stropowych, które wiszą swobodnie nad wybraną przestrzenią. Po pewnym jednak czasie skały te tak jak długa, wysunięta i jednym końcem zamurowana belka łamią się nagle i niszczą wszystko (rys. 4 e). Są to tzw. w górnictwie tąpnięcia.

Górnik nie ma możliwości bezpośredniego obserwowania tych górnych, mocnych warstw i zawalenie się ich nastąpić może nagle, niespodziewanie, powodując — poza stratami materialnymi w zawalonych maszynach i zniszczonych urządzeniach — także ofiary w ludziach.

Jeśli natomiast przestrzeń wybraną wypełni się skałą lub innym materiałem, choćby nawet częściowo, lecz w takiej mierze, że warstwy nie zawalonego piaskowca znajdujące się w warstwach górnych pozostają podparte, wówczas tenże piaskowiec nie łamie się i niebezpieczeństwo tępnię zostaje usunięte.

Pokłady węgla w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym nadające się do eksploatacji posiadają miąższość od kilkudziesięciu centymetrów do 20 m. Pokłady cienkie i średniej grubości górnik wybiera od razu na całą grubość. Natomiast wybieranie pokładów węgla grubych ponad 4 m wymaga specjalnej metody. Górnik zaczyna wybierać taki pokład od spodu, czyli od spągu⁶, wyrabiając najpierw komorę około 5 — 6 m szeroką i około 4 m długą (rys. 5 a). Wysokość komory wynosi początkowo 3,15 do 4,10 m. Po odłupaniu, czyli oderwaniu poluzowanego węgla na ścianach bocznych (tzw. w języku górnictwa „ociosach”⁷) i w stropie komory za pomocą kilofa i łomu, górnik z drabiny wierci otwory w górze komory, nabija je materiałem wybuchowym i powodując następnie wybuch podwyższa wysokość komory, aż osiągnie skałę leżącą nad pokładem,



Rys. 5. Wybieranie węgla w pokładzie grubym metodą krótkich zabierek, czyli tzw. „systemem śląskim“

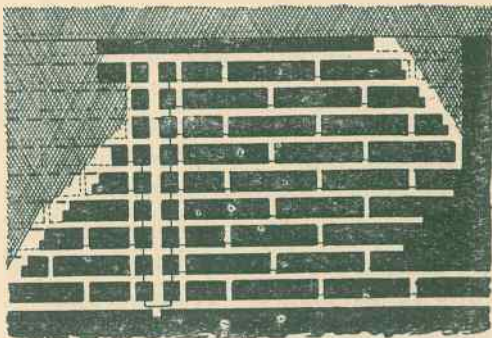
czyli strop pokładu (rys. 5 b, c). Następnie podłuża komorę wybierając węgiel na całej wysokości jednej ściany i zachowując szerokość komory 5 — 6 m. Komorę podłuża się tak długo, aż osiągnie długość 10 do 15 m (rys. 5 d, e). Komora taka fachowo w górnictwie nazywa się zabierką, a długość jej zależy od jakości skał w stropie. Długość zabierki tak się dopasowuje, by budynek zabezpieczający strop wytrzymał nacisk warstw skalnych i nie zawalił się przed ukończeniem zabierki.

Ten system pracy przy wydobywaniu węgla jest możliwy tylko do wysokości 7 — 8 m. Już na tej wysokości praca górnika jest bardzo niebezpieczna. Drabina długości 7 do 8 m ugina się i chwieje pod ciężarem górnika i maszyny wiertniczej do wiercenia otworów strzałowych, górnik nie może się dobrze oprzeć przy wierceniu i obrywaniu poluzowanych skał. Gdy wejdzie po strzałach do zabierki, trudno mu skontrolować na tak znacznej wysokości w ciemnej zabierce, gdzie i jak wisi poluzowany węgiel i gdzie najpierw powinien zacząć jego obrywanie. Oparcie lub nawet słabe uderzenie drabiną w poluzowany węgiel może wywołać spadnięcie większej masy urobku⁸ i spowodować ciężki, a nawet śmiertelny wypadek. Ustawianie budynku zabezpieczającego strop jest bardzo utrudnione w tak wysokich zabierkach. Ustawianie drzewa 8 m wysokiego wymaga wielkiej sprawności i dużego wysiłku. Wszystko to sprawia, że praca w pokładach węgla 7 — 8 m wysokich jest bardzo niebez-

pieczna, a w wyższych w ogóle niemożliwa. Toteż jeszcze pod koniec XIX w. wybierano tylko dolną warstwę pokładów grubych 12 — 20 m, resztę pozostawiając na stracenie. Nic dziwnego, że straty w substancji węglowej były ogromne i w niektórych wypadkach mogły dochodzić nawet do 90%.

Lecz nawet w pokładach niższych, 4 — 8 m wysokich, straty są duże przy opisanym powyżej sposobie wybierania. Sposób przygotowania złoża minerału do wybierania i następnie sposób samego wybierania w fachowym języku górniczym nazywa się systemem wybierania. Aby odgrodzić się od dawnych, zawalonych miejsc pracy, skąd mógłby stoczyć się do zabierki kamień i zanieczyścić urobek lub czasem nawet uniemożliwić dalszą eksploatację węgla i gdzie gromadzić się mogą duszące gazy, górnik, w wyżej opisanym systemie wybierania, zostawia od strony zawalonych wyrobisk część pokładu węgla, grubą 3 — 5 m i zwaną „nogą“ (rys. 5 f). Po wybraniu zabierki na całą długość, górnik stara się wybrać również „nogę“. Rzadko kiedy udaje się wybrać nogę całkowicie, nie zawsze można wybrać ją nawet częściowo. Dlatego też w pobieżnie opisanym powyżej systemie wybierania pokładów węgla, powstałym, rozwiniętym i jeszcze 40 lat temu powszechnie stosowanym na Śląsku, i dlatego zwanym w literaturze górniczej „systemem śląskim“, straty w pozostawionym i przepadłym przy eksploatacji węgla są ogromne i mogą w specjalnie niekorzystnych warunkach przekraczać nawet 40% całej substancji węglowej.

Wobec małych wymiarów zabierek system śląski wymaga prowadzenia dużej ilości chodników. Roboty przy pędzeniu chodników są mało wydajne ze względu na niewielkie wymiary wyrobiska^o (ok. 2,2 — 2,5 m wysokości i 3,2 — 3,5 m szerokości) i są dlatego bardzo kosztowne. Rys. 6 pokazuje, jak gęsto są prowadzone w pokładzie chodniki przy wybieraniu systemem śląskim. Jeśli pokład wysokości np. 12 m podzieli się na 4 warstwy równoległe do spągu, każda wysokość 3 m, to wybierając



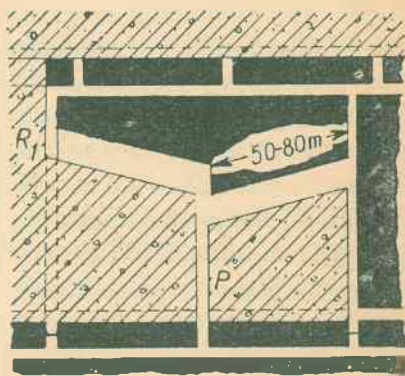
Rys. 6. Rozcięcie pokładu chodnikami celem wybrania go „systemem śląskim“



Rys. 7. Wybieranie grubego pokładu warstwami z zastosowaniem podsadzki. Wybiera się najpierw warstwę najniższą, potem środkową i na końcu górną

raz wymagałoby bardzo ciężkiej i niebezpiecznej pracy i byłoby w ogóle niemożliwe. Praca przy wybieraniu grubego pokładu warstwami jest bezpieczna, łatwa, węgiel można wybierać z bardzo małymi stratami. Podział pokładu na warstwy, to jak gdyby zamiana pokładu grubego na kilka pokładów cienkich. Mała wysokość pokładu pozwala na zmianę systemu wybierania. Zamiast prowadzić dużą ilość chodników, prowadzi się ich znacznie mniej i w większej od siebie odległości, jak to przedstawia rys. 8. Węgiel urabia się na froncie 50 — 80 m długim, zwanym w tym wypadku „ścianą”. Niska wysokość wyrobiska pozwala na zwiększenie jego podłużnego wymiaru, co w wyrobiskach wysokich jest niemożliwe ze względów bezpieczeństwa. Ten system wybierania lub temu podobne, zwane „ścianowymi”, pozwalają na jednym miejscu, ze względu na większą przestrzeń do pracy, skoncentrować większą ilość ludzi, co w następstwie daje lepsze ich wykorzystanie oraz zmniejsza liczbę mało wydajnych i kosztownych robót chodnikowych. Bez dzielenia pokładów na warstwy i wypełniania pustek po wybranym minerale piaskiem lub inną skalą płonną ³¹ systemy ścianowe można było stosować tylko w pokładach cienkich, do 2 m grubości.

najpierw najniższą warstwę i zapelniając pustkę piaskiem, można po nim, jak po normalnym spągu, wybierać następną warstwę i tak kolejno aż do samej góry (rys. 7). Wybieranie warstwy 3 m wysokiej nie przedstawia trudności ani specjalnego niebezpieczeństwa. Natomiast wybieranie pokładu na całą wysokość 12 m na jeden



Rys. 8. Wybieranie pokładu systemem „krótkich ścian” z podsadzką płonną. System ścianowy wymaga znacznie mniejszej ilości chodników (porównaj rys. 6)

Pozostawiony przy wydobyciu węgiel w starych zrobach ¹¹ ulega rozniecieniu, przy czym tworzy się duża ilość pyłu. Pył węglowy tworzy się również w szczelinach powstających w węglu pod wpływem ciśnienia. Pył węglowy odznacza się wysoką zdolnością pochłaniania na swej powierzchni tlenu, czyli tzw. w chemii absorpcją tlenu. Zjawisko pochłaniania tlenu przez węgiel połączone jest z wydzielaniem się ciepła. Przy słabym ruchu powietrza ciepło nie odpywa i podnosi temperaturę pyłu. Temperatura może podnieść się tak wysoko, że doprowadzi do zapalenia się węgla. Jest to zjawisko zwane samozapaleniem się węgla. Często w węglu obecność pirytu (siarczku żelaza), który pod działaniem wody rozkłada się bardzo łatwo, wydzielając przy tym ciepło, może jeszcze bardziej przyspieszyć samozapalenie się węgla. Podkreślić również należy, że w grubych pokładach węgla ciśnienia dają się odczuć bardziej niż w niskich. Stąd też łatwość tworzenia się pyłu, a zatem możliwości samozapalenia się węgla w pokładach grubych są większe niż w pokładach cienkich.

Pożary w kopalniach mogą poza tym powstać skutkiem nieostrożnego obchodzenia się z ogniem, wybuchów gazu (metanu) i pyłu węglowego, krótkich spięć w przewodach elektrycznych oraz wielu innych przyczyn.

Gaszenie pożaru polega na obniżeniu temperatury ogniska i niedopuszczaniu do ognia tlenu. W kopalniach walka z ogniem polega między innymi w pierwszym rzędzie na niedopuszczeniu powietrza, a tym samym tlenu do miejsc, gdzie ogień mógłby powstać, a więc np. do starych zrobów lub w razie powstania pożaru — na szczelnym odcięciu, czyli odizolowaniu przestrzeni objętych ogniem, by nie dopuszczać do niego powietrza. Ogień po zużyciu zamkniętego w odizolowanej przestrzeni tlenu musi wobec braku dopływu świeżego powietrza wygasnąć.

Aby nie dopuścić do powstania ognia, oddziela się więc stare zroby od robót nowych tamami murowanymi i drewnianymi. Tamy te nie zawsze są szczelne, gdyż pod wpływem ciśnienia pękają i nieraz nie od razu mogą być naprawiane. Tamy nieszczelne nie spełniają swego zadania, gdyż przepuszczając powietrze mogą być przyczyną powstania ognia. Czasem tamy są szczelne, lecz skały otaczające je pod wpływem ciśnienia ulegają spękaniu i tymi szczelinami, często niewidocznymi dla oka, dopływa powietrze do ognia i podsyca go. Jeśli ogień jest duży i dopływa do niego świeże powietrze czy to

przez nieszczelne tamy, czy też przez szczeliny w skalach, to ogień nie gaśnie, lecz rozszerza się i tamy zamiast ugasić ogień, mogą nawet ulec przepaleniu.

Jeśli natomiast odizoluje się ognisko pożarowe przez bardzo szczelne i ściśle wypełnienie chodników dochodzących do ognia piaskiem na przestrzeni kilku lub kilkunastu metrów, wtedy piasek ten nie tylko utworzy szczelne i niepalne tamy w chodnikach, lecz wnikać w szczeliny spękanych skał zamknie dla powietrza nawet tę niewidoczną drogę. Odcinanie się więc od starych zrobów przez szczelne wypełnianie pod ciśnieniem piaskiem chodników, czyli robienie tzw. „korków“ jest w kopalniach węgla najpewniejszym sposobem niedopuszczania do powstawania pożarów oraz gaszenia, gdy już wybuchły.

Kopalnie oprócz robót w samym wydobywanym mineralu (węglu, soli, rudzie) prowadzą wiele robót w kamieniu. Kamień ten musi być albo wysłany na powierzchnię, gdzie sypie się go na specjalnie do tego celu przeznaczone miejsce, albo też umieszcza się go pod ziemią, w kopalni, w wyrobiskach powstałych po wybranym mineralu. Takie umieszczanie skały płonnej na dole, w kopalni wymaga czasem dokonania zmian w stosowanym systemie odbudowy. Czasem prowadzi się specjalne roboty, aby wytworzyć w kopalni komory, w których mieścić się będzie kamień z robót górniczych. Często tworzy się takie komory w filarach oporowych.

Wszystkie te czynności związane z wypełnianiem pustek po wybranym mineralu celem

1. podtrzymania skał stropowych nad wybranym złożem mineralu i zabezpieczenia powierzchni,
2. zwiększenia bezpieczeństwa górników pod ziemią,
3. umożliwienia racjonalnego wydobywania węgla z grubych pokładów,
4. zmniejszenia strat przy eksploatacji użytecznych minerałów.
5. walki z ogromnym niebezpieczeństwem, jakim są dla kopalni pożary podziemne,
6. umieszczenia pod ziemią urobionych w kopalni skał płonnych noszą w górnictwie nazwę **p o d s a d z a n i a w y r o b i s k**, skały zaś i piasek umieszczane w kopalni dla wyżej wymienionych celów nazywają się **p o d s a d z k ą**.

WIADOMOŚCI OGÓLNE O PODSADZCE

Materiał podsadzkowy, tj. kamień, żużel, odpady z sortowni¹² i płuczek¹³, piasek, mogą być transportowane do miejsc podsadzanych na dole w kopalni i składane w wyrobiskach, które chcemy podsadzić dwoma sposobami.

Jeden sposób — to przewóz wózkami. Materiał podsadzkowy załadowuje się do wózków, dowozi dożądanego miejsca i tam przy pomocy specjalnych urządzeń do wywracania wózków wyładowuje się je. Wyladowany materiał podsadzkowy układa się w podsadzanej przestrzeni ręcznie lub za pomocą specjalnych maszyn albo też, jeżeli warunki są wyjątkowo dogodne, tj. przy dużym nachyleniu, kamień sam stacza się po spągu i wypełnia wyeksploatowaną przestrzeń.

Drugi sposób polega na tym, że na powierzchni kopalni w specjalnych zbiornikach miesza się materiał podsadzkowy z wodą i spuszcza rurami żelaznymi do pustek¹⁴. Tam materiał osadza się zapelniając wyeksploatowaną przestrzeń, woda zaś odpływa, po czym jest wypompowywana na powierzchnię kopalni.

Zależnie więc od rodzaju dostawy materiału podsadzkowego do podsadzkowych przestrzeni istnieją dwa rodzaje podsadzki: a. podsadzka sucha, b. podsadzka płynna.

P o d s a d z k a s u c h a

Podsadzka sucha jest stosowana zasadniczo w cienkich pokładach węgla, tj. w pokładach do 2 m grubości. W pokładach powyżej 2 m grubości podsadzka sucha bywa stosowana bardzo rzadko, gdyż ręczne układanie podsadzki na duże wysokości jest mało wydajne i przez to bardzo kosztowne. Jedyne wyjątek stosowania podsadzki suchej w grubych pokładach znajduje uzasadnienie, gdy zachodzi potrzeba złożenia pod ziemią większych ilości kamienia, jednak bez specjalnego celu zabezpieczenia powierzchni. Wówczas z wyrobionego pod stropem pokładu chodnika zsypuje się do wybranych pustek kamień. Podsadzka taka jest bardzo nieuszczelna i nie zabezpiecza dostatecznie powierzchni. Jej cel to tylko nie wydobywać niepotrzebnie na powierzchnię kamienia urobionego na dole w kopalni, gdy np. kopalnia znajduje się w dużym mieście i brak jest miejsca na jego składanie.

W pokładach stromych, tj. o dużym nachyleniu (powyżej 30°), materiał podsadzkowy zsuwa się samoczynnie po spągu, a więc wy-

pełnianie wyrobisk górniczych podsadzką jest łatwe. Im większe jest nachylenie pokładu, tym szczelniej układa się podsadzka, gdyż materiał zsypuje się z większą szybkością, a więc i z większą siłą uderzają poszczególne kamienie materiału podsadzkowego o siebie przy wypełnianiu pustki. Natomiast w pokładach poziomych i mało nachylonych układanie podsadzki jest trudniejsze i dlatego podsadzka bywa na ogół mniej szczelna.

Każda podsadzka, a przede wszystkim podsadzka sucha, jest ściśliwa. Pod naciskiem skał stropowych poddaje się i ulega zgnieceniu. Ściśliwość podsadzki suchej zależy od grubości i rodzaju użytego materiału oraz od samego wykonania podsadzki. Jeśli materiał podsadzkowy ułożono szczelnie, budując tzw. „suchy mur“, czyli ułożono po prostu mur z kamienia bez wypełniania szczelin zaprawą, to ściśliwość będzie mniejsza; jeśli natomiast nasypało materiał podsadzkowy luźnie, to podsadzka będzie bardzo ściśliwa. Zależnie właśnie od wymienionych warunków podsadzka sucha z twardego materiału, ułożona szczelnie, ulega zgnieceniu, czyli zmniejsza swą wysokość o 15 do 25%, natomiast podsadzka z materiału kruchego, nasypanego niedbale, może zmniejszyć swą wysokość nawet o 80%.

Jeśli nad pokładem znajdują się łupki, a dopiero wyżej skały twarde, to podsadzka może być nieco mniej szczelna, gdyż łupki, uginając się, popękają drobno i powiększając przez to swoją objętość podtrzymują twarde mocne skały wyżej leżące nie dopuszczając do ich spękania i walenia się, co może być połączone z katastrofami, jak wspomnieliśmy w poprzednim rozdziale. Jeśli natomiast bezpośrednio nad węglem znajduje się strop ze skał twardych, np. zwięzłych piaskowców, to podsadzka musi być tak szczelna, aby ściskając się pod naciskiem piaskowca pozwoliła mu co najwyżej ugiąć się, ale nie dopuściła do jego popękania i walenia się.

Strop, uginając się nad wybraną i podsadzoną przestrzenią, naciska na przodek  węglowy (rys. 4 a), wywołuje w nim naprężenia i ułatwia tym samym górnikowi urabianie węgla. Wiadomo bowiem z codziennego życia, że np. łatwiej zerwać nitkę, gdy jest naprężona, niż gdy jest luźna lub patyk łatwiej złamać, gdy jest silnie zamocowany na obu końcach, niż gdy leży swymi końcami luźno na podporach. Tak samo jest z węglem. Gdy wywołać w nim naprężenia, łatwiej się urabia, tj. łatwiej pęka pod uderzeniem kilofa i potrzeba mniejszych ładunków materiału wybuchowego do jego rozluźnienia. Gdy ściana prowadzona jest na zawał (rys. 4 c), nacisk stropu

na ocios jest znacznie mniejszy albo go może wcale nie być i węgiel jest trudniejszy do urabiania. Jeśli nacisk stropu przy stosowaniu podsadzki jest zbyt wielki, węgiel ulega spękanu, gazy powstałe przy wybuchu materiałów wybuchowych uciekają w szczeliny zamiast rwać węgiel, który trudno się urabia. Górnik nazywa taki węgiel „martwym“.

Dobry technik górniczy potrafi tak dobrać odległość podsadzki od ściany węglowej i szybkość postępu ściany (czyli ilość wybieranego codziennie na danej ścianie węgla), że otrzymuje i utrzymuje na ścianie stale najkorzystniejsze warunki ciśnienia, a tym samym najlepsze do pracy warunki, przy których górnik zużywa najmniej sił i najmniej materiałów wybuchowych. Po prostu potrafi tak wykorzystać warunki naturalne, że zmusza siły przyrody do służenia mu.

Podsadzka nie zapobiega więc obniżaniu się powierzchni, powoduje tylko, że obniżanie następuje bez gwałtownych wstrząsów, bez tworzenia się zapadlisk. Teren nad wyeksploatowaną i podsadzoną przestrzenią obniża się spokojnie i łagodnie, i to tym spokojniej, im szczelniejsza jest podsadzka. Przy pomocy dobrze wykonanej szczelnej podsadzki można wydobywać złoża minerałów nawet pod osiedlami mieszkalnymi. Jeśli domy są niezbyt wielkie i dobrze skotwione, tzn. mury mają ściągnięte żelaznymi mocnymi prętami, obniżą się z łagodnie opadającym terenem nie wykazując większych uszkodzeń.

Zadaniem podsadzki jest m. in. złagodzić i zmniejszyć przebieg obniżania się terenu, a nie zapobiec mu całkowicie, oraz przez złagodzenie uginania się stropu nad pokładem zapobiec tworzeniu się w nim nagłych spękań mogących wywołać niespodziewanie, niebezpieczne dla życia pracujących w podziemiu górników, zawały.

Przy korzystnych warunkach geologicznych, aby osiągnąć te cele tańszym kosztem i mniejszym wysiłkiem, wystarczy stosować podsadzkę suchą częściową. Jeśli nad pokładem znajduje się bezpośrednio skała krucha tworząca tzw. w technice górniczej „strop bezpośredni“ (np. łupki) grubości co najmniej 8 razy większej niż pokład, a wyżej dopiero skały twarde tworzące tzw. „strop właściwy“ (np. piaskowce), to skała krucha wałąc się nad pustką po wybranym mineralu, tak spiętrzy się i powiększy swoją objętość, że podeprze wyżej leżące skały twarde i mocne, czyli strop właściwy i zapobieg-

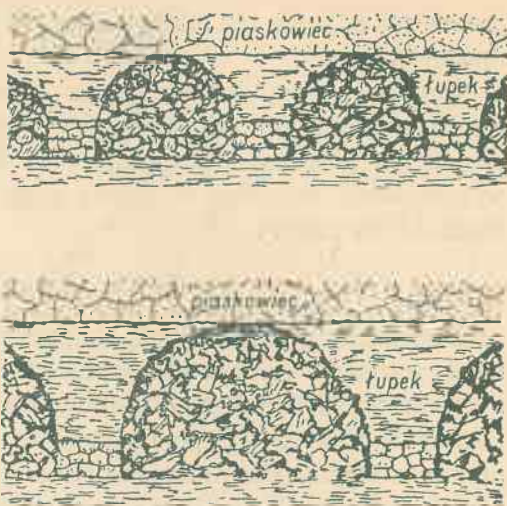
nie ich spękaniu, a dopuści jedynie do łagodnego ugięcia się i następnie obniżania się stropu właściwego i skał wyżej nad nim leżących, w miarę jak będzie się posuwało wydobywanie minerału ze złoża.

Gdy nakład skał kruchych w stropie pokładu jest mniejszy niż ośmiokrotna wysokość pokładu, to wystarczy stosować podsadzkę suchą częściową. W tym wypadku układa się podsadzkę w szachownicę, podsadzając przez to tylko 50% przestrzeni po wybranym mineralu, albo pasami, podsadzając tym samym mniejszy lub większy procent pustki, zależnie od szerokości pasów i ich odległości od siebie. Mineral w złożu wykazuje zawsze pewne płaszczyzny, wzdłuż których łupie się łatwiej, a prostopadle do nich łupie się trudniej i nieregularnie. Płaszczyzny te nazywają się płaszczyznami łupliwości lub też krótko łupliwością. Otóż pasy podsadzki układa się prostopadle lub też ukośnie do występującej w stropie łupliwości, a nigdy równoległe do niej, aby nie dopuścić do pęknięcia i przerywania się stropu. Szerokość pasów i odległość między nimi, tj. szerokość pustej, nie podsadzonej przestrzeni wyznacza się doświadczalnie na podstawie wyników obserwacji nad przeprowadzanymi próbami. Jeśli skały kruche nad pokładem są grubsze, odległość pasów może być większa; jeśli nakład skał kruchych nad pokładem jest mniejszy, odległość pasów również musi być mniejsza. Odległość pasów musi być tak dobrana, by nie dopuścić do załamania się skał twardych w warstwach górnych (stropu właściwego), a najwyżej jedynie do ich lekkiego ugięcia po ściśnięciu się całkowitym podsadzką. Szerokość pasów musi być tak dobrana, by nie uległy one całkowitemu rozgnieceniu i rozkruszeniu, lecz jedynie aby nastąpiło ściśnięcie podsadzki takie, że ściśnięcie to i związane z tym zmniejszenie się wysokości pasów podsadzkowych nie spowoduje połamania się stropu właściwego, lecz również jedynie jego obniżenie w całości. Ochrania to zarówno miejsce pracy górnika od gwałtownych i niebezpiecznych zawałów jak i powierzchnię przed silnymi ruchami, groźnymi dla budynków i różnych instalacji i urządzeń użyteczności publicznej. Rys. 9 ilustruje wyraźnie cel podsadzki częściowej i tłumaczy wyżej opisaną metodę podsadzania. W praktyce szerokość pasów wynosi 3 do 6 m, przestrzeń pusta między pasami 10 do 15 m. Wszystko to zależy od charakteru i rodzaju skał w stropie złoża i ciśnienia, jakie chce się wywołać na przodku roboczym.

W gospodarce podsadzkowej na kopalni ważnym zagadnieniem jest ilość potrzebnego kamienia do podsadzki i ilość kamienia produkowanego w kopalni przy robieniu przekopów, przecznic, przebudowie chodników itd. Odpowiednio do tego urządza się przewóz, zwały²⁰ kamienia itp. Kamień urobiony, luźny, zajmuje większą przestrzeń, niż ją zajmował w całości²¹ i to zależnie od gatunku skały. Skały łupiące się w płaskich kawałkach, jak łupki, zwiększają swą objętość po urobieniu mniej niż skały nieuławicowe,²² jak np wapienie, piaskowce. Cyfra podająca, ile razy dana skała zwiększa swą objętość po urobieniu, nazywa się „współczynnik rozluźnienia“. Współczynnik rozluźnienia dla łupków ilastych wynosi 1,5, dla łupków piaszczystych 1,5 do 2,0, dla skał nieuławicowych, jak piaskowce, 2,0 do 2,5. Na ilość kamienia potrzebnego do podsadzki ma więc duży wpływ rodzaj używanych do podsadzania skał.

Na ilość kamienia potrzebnego do podsadzania wpływa również rodzaj samego wyrobiska. W pokładach niskich i poziomych, gdzie poruszanie się pracujących górników jest utrudnione, jak również w pokładach poziomych wysokich, w których trzeba wysoko dźwigać kamień celem podsadzenia wyrobiska pod stropem, podsadzka będzie mniej szczelnie ułożona niż w pokładach średnich lub stromych, nachylonych więcej niż 30°, w których kamień sam się stacza po spągu.

Szczelność podsadzki zależy również od sposobu samego podsadzania, tzn. czy jest ono wykonane ręcznie, czy maszynowo; przy ręcznym wykonaniu — od rodzaju wykonania, czyli czy stawia się



Rys. 9. Odległość pasów podsadzki suchej zależy od grubości kruchych skał nad pokładem. Odległość ta musi być taka, aby nie załamały się skały twarde wyżej leżące

„suche mury“, czy też materiał podsadzkowy nasypywany jest luźno ręcznie łopatą.

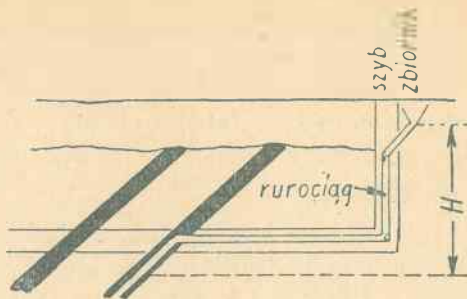
Ogólnie przyjąć można, że na 1 m³ podsadzanej przestrzeni po wyeksploatowanym mineralu przy podsadźce ręcznej w pokładach poziomych potrzeba przeciętnie 0,55 m³ podsadzkowego materiału, w pokładach stromych 0,65 m³, przy podsadźce układanej maszynowo 0,6 do 0,8 m³.

Podsadzka płynna

Podsadzka płynna, podobnie jak wiele rewolucjonizujących przemysł wynalazków, została wynaleziona przypadkowo. Na jednej z kopalń węgla kamiennego nie było miejsca na osadniki, czyli podziemne baseny, w których można by osadzać szlam powstały przy płukaniu węgla. Postanowiono więc spuszczać go do starych wyrobisk kopalnianych. Szlam osadzał się w starych wyrobiskach; wodę po odszlamowaniu wypompowywano. Wkrótce przekonano się, że szlam wypełnia szczelnie wyrobiska tworząc doskonałą podsadzkę. Na ziemiach polskich, zaczęto stosować podsadzkę płynną po raz pierwszy na kopalni „Mysłowice“ w Mysłowicach w 1900 r. Następnie zastosowano podsadzkę płynną w kopalni „Kazimierz“ w 1902 r. i w dzisiejszej kopalni im. „Józefa Stalina“ w 1904 r. Za tymi kopalniami poszły inne i dziś podsadzka płynna w polskim górnictwie węglowym odgrywa ogromną rolę. Obecnie wydobywa się w Zagłębiu Śląsko-Dąbrowskim 23% ogólnego wydobycia na podsadzkę płynną, a po wykonaniu planu 6-letniego będzie się wydobywać 33%.

Jak już wspomnieliśmy, podsadzka płynna polega na tym, że płynąca rurociągami woda unosi ze sobą piasek lub inny materiał drobnoziarnisty i osadza go w wyrobiskach kopalnianych. Dla nadania wodzie pewnej szybkości, aby mogła unosić materiał podsadzkowy oraz pokonać opory w rurociągu powstałe wskutek tarcia wody i materiału podsadzkowego o ściany rurociągu, potrzebna jest pewna siła. Siłą tą jest ciśnienie w rurociągu wywołane przez samą mieszaninę podsadzkową. Urządzenie mieszające materiał podsadzkowy z wodą i napelniające tą mieszaniną rurociąg znajduje się na powierzchni kopalni, miejsca zaś podsadzane nieraz kilkaset metrów pod ziemią. Mieszanina podsadzkowa, wypełniająca na całej długości rurociąg, tworzy jak gdyby słup wysokości równej odległości pionowej poziomów: poziomemu, na którym jest wlot do rurociągu — na powierzchni i poziomemu, na którym jest wylot — w miejscu podsadzanym (rys. 10).

Ten słup mieszaniny podsadzkowej ma swój ciężar i tym ciężarem właśnie wywołuje ciśnienie pokonywające tarcie w rurociągu i przesuwające z pewną szybkością podsadzkę przez rurociąg. Im większa różnica poziomów, tym większe ciśnienie, tym większa jest siła, działająca na mieszaninę podsadzkową, tym szybciej posuwa się w rurociągu mieszanina podsadzkowa i tym większa jest wydajność urządzenia podsadzkowego.



Rys. 10. Ciśnienie w rurociągu podsadzkowym zależy przede wszystkim od głębokości miejsca podsadzanego pod powierzchnią ziemi

Całość rurociągu podsadzkowego składa się z części pionowej w szybie kopalnianym, następnie z części poziomej lub lekko pochylej w dół w głównych przekopach i głównych chodnikach, a w końcu z części w polu roboczym, gdzie wydobywa się minerał i podsadza powstałe pustki i gdzie rurociąg, zależnie od potrzeby, biegnie poziomo, w dół lub czasem, na niewielkich odległościach, nawet nieco w górę.

Najlepszym materiałem podsadzkowym do podsadzki płynnej jest czysty piasek kwarcowy, bez domieszek gliny, ilów, próchnicy itp. Piasek taki bez trudu miesza się z wodą, łatwo daje się transportować w rurociągach prądem wody, gdyż jest potoczysty i lekki. Gdy się osadzi w zrobie, woda z niego szybko i łatwo spłynie, przy czym jest czysta. Piasek kwarcowy daje szczelną, mało ściśliwą podsadzkę. Gлина pogarsza mocno jakość piasku jako materiału podsadzkowego, gdyż rozpuszcza się w wodzie w dużych ilościach, odpływa razem z wodą z miejsc podsadzanych, gdyż trudno się osadza, po czym po drodze do pomp zanieczyszcza chodniki, osadniki i niszczy pompy wycierając ruchome ich części.

Jako materiałów do podsadzki płynnej, oprócz piasków, używa się również odpadów z płuczek, szlaki wielkopieczowej i popiołu, lecz tylko jako dodatków do piasku. Szlaka wielkopieczowa i skały muszą być mielone w specjalnych łamaczach i młynach, aby średnica ziarn nie przekraczała 40 mm. Szlakę wielkopieczową i popiół często granuluje się celem umożliwienia użycia ich do podsadzki. Granulowanie

jest to wpuszczanie rozpalonej do czerwoności szlaki lub popiołu do strumienia zimnej wody, aby otrzymać produkt drobnoziarnisty.

W kopalniach soli jako materiał podsadzkowy znajdują zastosowanie odpady z fabryk chemicznych, związanych z kopalnictwem solnym. Należy bowiem pilnować, aby podsadzka nie rozpuszczała złoża solnego.

Im materiał twardy jest drobniejszy, tym jest lepszy, gdyż daje szczelniejszą podsadzkę. Gdy się używa materiału gruboziarnistego, należy go mieszać z dużą ilością materiału drobnoziarnistego, gdyż nie tylko daje to szczelniejszą podsadzkę, ale i samo zmulanie materiału w rurociągu jest łatwiejsze. Sam materiał gruboziarnisty, bez przymieszki drobniejszych ziarn, łatwo zatrzymuje się na zakrętach w rurociągu, co spowodować może jego zatkanie. Poza tym do zmulania materiału podsadzkowego grubiej ziarnistego potrzebne są większe ilości wody. Przy mieszaniu materiału drobno- i gruboziarnistego przyjmuje się jako regułę, że przynajmniej połowę materiału zmulanego musi stanowić materiał drobnoziarnisty, o średnicy ziarna poniżej 6 mm, reszta zaś może być 6 do 40 mm. Stosunek ilościowy tych materiałów musi być taki, aby ziarna drobne w zupełności wypełniały puste przestrzenie między ziarnem grubym, dając w ten sposób podsadzkę pod względem szczelności równą podsadzce piaskowej.

Ścisłość podsadzki płynnej zależy nie tylko od należytego wypełnienia podsadzanej przestrzeni materiałem podsadzkowym, ale również i od samego materiału. Podsadzka z czystego piasku kwarcowego, dobrze osadzonego, wykazuje ścisłość tylko do 5%. Obecność w piasku gliny, dodatek popiołu i odpadów płuczkowych w ilości do 1/3 objętości materiału podsadzkowego pogarsza jakość podsadzki podwyższając jej ścisłość do 10%. Podsadzka z granulowanej szlaki wielkopiecowej, z odpadów z płuczek węgla, z mielonego kamienia ze zwałów posiada ścisłość do 20%. Użycie popiołu kotłowego jako materiału podsadzkowego daje ścisłość podsadzki aż do 50%.

Mieszanki materiału podsadzkowego tworzy się nie tylko z powodu braku piasku lub konieczności umieszczenia na dole kopalni skał płonnych ze względu na brak miejsca na powierzchni lub wysokie koszty ich składowania. Tworzy się je często celowo, aby uzyskać pewne specjalne wyniki. I tak np. domieszka gliny przy stosowaniu granulowanej szlaki zapewnia mniejsze ścieranie się, a więc dłuższy

żywoł rurociągu podsadzkowego. Dodatek małych ilości miału koksowego do mieszaniny podsadzkowej zawierającej glinę ułatwia oddzielanie się gliny od wody, która spływa znacznie czystsza.

W mieszaninie podsadzkowej ważną rzeczą jest ilość wody. Nie może być jej za mało, gdyż mieszanina będzie za gęsta i rurociągi mogą się zatkać. Nie powinno być jej za wiele, gdyż wtedy zbyt małe ilości piasku przepływają rurociągiem, czyli wydajność urządzenia podsadzkowego jest zbyt mała oraz zbyt ciężko obciąża się pompy tłoczące wodę na powierzchnię — co wszystko razem niepotrzebnie podnosi kosztą podsadzki. Ilość wody w mieszaninie podsadzkowej zależy od wielu czynników, jak głębokość kopalni, odległość miejsc podsadzanych od szybu, ilość kolan i zakrętów w rurociągu podsadzkowym i ich ostrość, wielkość ziarn materiału podsadzkowego i jego ciężar właściwy. Im większa średnica ziarn i im większy ciężar właściwy materiału podsadzkowego, tym większa musi być szybkość mieszaniny w rurociągach. Większą szybkość przepływu mieszaniny przez rurociąg otrzymujemy przepuszczając nim większe ilości wody. Obserwacje z praktyki dowodzą, że piasek ostry, kwarcowy potrzebuje do 2 razy większej ilości wody, granulowana szlaka wielkopieczowa 4 do 6 razy więcej wody niż piasek gliniasty — w tych samych warunkach podsadzania. W dobrych i korzystnych warunkach, a więc przy głębokim szybie i niedalekiej odległości miejsc podsadzanych od szybu, przy nachyleniu rurociągów podsadzkowych w dół i braku nachyleń w górę, na 1 m³ materiału podsadzkowego zużycie wody wynosi również 1 m³. Często jednak zużycie wody podnosi się do 2 m³, a w warunkach specjalnie niekorzystnych nawet do 5 m³ wody na 1 m³ materiału. Istnieją specjalne wzory matematyczne, pozwalające dokładnie obliczyć konieczną najmniejszą ilość wody potrzebnej w mieszaninie podsadzkowej w danych warunkach podsadzania. Górnicy — praktycy mają swój sposób oceniania, czy mieszanina podsadzkowa zawiera dostateczną ilość wody. Podczas podsadzania podsadzką płynną, czyli jak mówią górnicy „mulenia“, słychać w rurociągu, poza normalnym szumem, od czasu do czasu jak gdyby uderzenia. Powstają one stąd, że cięższe i większe ziarna materiału podsadzkowego zatrzymują się na zakrętach rurociągu i zmniejszają jego wolny dla przepływu podsadzki przekrój tamując tym samym przepływ podsadzki. Z powodu tej przeszkody zwiększa się ciśnienie do czasu, aż przeszkoda zostanie przez to zwiększone ciśnienie usunięta z hukiem, który słyszymy jako owo właśnie ude-

rzenie. Brak tych uderzeń w rurociągu podsadzkowym jest znakiem, że mieszanina podsadzkowa jest za rzadka, za dużo w niej wody. Gwałtowne i częste uderzenia są ostrzeżeniem, że mieszanina jest zbyt gęsta, zawiera za mało wody i może nastąpić zatkanie się rurociągu. Aby uniknąć tego niebezpieczeństwa, należy natychmiast zwiększyć zawartość wody w mieszaninie podsadzkowej. Rzadkie, w regularnych odstępach czasu, spokojne i słabe uderzenia wskazują na właściwy stosunek materiału i wody w mieszaninie podsadzkowej.

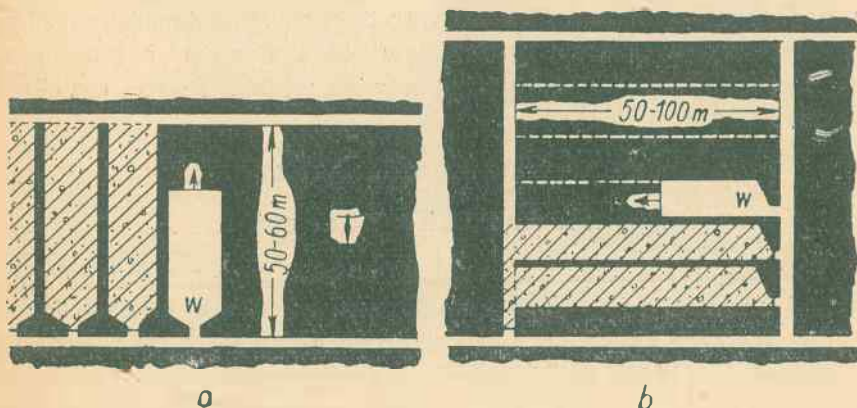
Innego rodzaju uderzenia wewnątrz rurociągu wywołuje powietrze. Jeśli wlot do rurociągu podsadzkowego nie jest stale napełniony i przykryty mieszaniną podsadzkową, do rurociągu dostaje się powietrze, które przy wspomnianych, tworzących się w rurociągu przełamywaniach przepływu zostaje ściśnięte. Rozprężając się następnie gwałtownie wyzwala z hukiem siły, które mogą spowodować nawet rozerwanie się rurociągu, zwłaszcza w miejscach przetartych lub osłabionych przez nieodpowiedni wyrób rur w walcowni. Dlatego też przy muleniu należy zwracać baczną i ciągłą uwagę, aby wlot do rurociągu podsadzkowego był stale napełniony i zalany wodą lub mieszaniną podsadzkową.

Podobnym zagadnieniem, które również przedstawiało wiele trudności w rozważaniach teoretycznych jak zagadnienie stosunku materiału podsadzkowego i wody w mieszaninie podsadzkowej, jest zagadnienie średnicy rurociągu podsadzkowego. Większy przekrój rurociągu jest korzystniejszy, ponieważ zmniejsza opory tarcia materiału podsadzkowego o ściany rurociągu. Równocześnie jednak zmniejsza się szybkość przepływu mieszaniny podsadzkowej, a tym samym wzrasta niebezpieczeństwo osadzania się materiału podsadzkowego w rurociągu i jego zatkania, czemu można zapobiec przez dodanie większej ilości wody. Za wielki przekrój rurociągu podsadzkowego powoduje więc zużycie zbyt wielkich ilości wody. Mniejszy przekrój rurociągu usuwa wprawdzie niebezpieczeństwo osadzania się w nim materiału podsadzkowego i zatkania się, powoduje jednak zwiększenie się tarcia materiału podsadzkowego o ściany rurociągu, a więc związany jest ze zwiększeniem oporów. Można więc zmulać poprzednie ilości materiału, ale tylko na krótsze odległości lub dodatkem wody zmniejszać opory, ale wtedy w 1 m³ mieszaniny podsadzkowej jest mniej materiału podsadzkowego, a więc i wydajność urządzenia podsadzkowego przy mniejszej średnicy rurociągu podsadzkowego jest mniejsza.

Z rozważań tych wynika, że dla danego materiału podsadzkowego i danej odległości miejsca podsadzania od szybu istnieje tylko jedna, ściśle określona średnica, przy której wydajność urządzenia podsadzkowego jest największa. Zależnie więc od warunków danej kopalni oblicza się i ustala średnicę rurociągu podsadzkowego. Przeciętnie średnica ta waha się od 125 do 200 mm, przy czym średnice mniejsze wybiera się dla mniejszych wydajności, bliższych odległości i drobnego materiału, średnie i większe dla grubszego materiału, dalszych odległości i większych objętości podsadzanych wyrobisk.

Czasami, aby zwiększyć ciśnienie w rurociągu i przez to móc zmulać na większe niż normalnie odległości, zwiększa się ilość wody. Wodę tę wpompowuje się do rurociągu przez specjalny kurek w miejscu, gdzie prędkość przepływu tak zmniejsza się, że grozi zatkanie rurociągu.

Cienkie pokłady, do 2 m grubości, wybiera się zasadniczo na zawal lub z częściową podsadzką suchą. Jedynie w wyjątkowych wypadkach, gdy brak jest odpowiedniego materiału na szczelną podsadzkę suchą, a w stropie pokładu zalega twardy, nie zawalający się piasek, do którego spękania nie wolno dopuścić ze znanych nam już przyczyn, w pokładach poniżej 2 m grubości stosuje się podsadzkę płynną. Przygotowywanie do podsadzki płynnej w pokładach cienkich nie opłaca się, jest zbyt kosztowne (na 1 t wydobytego węgla). Normalnie stosuje się podsadzkę płynną przy wybieraniu pokładów średnich i grubych. Pokłady średnie wybiera się systemem ścianowym (str. 6) lub komorami, tj. wyrobiskami szerokości 5 — 6 m,



Rys. 11. „Metoda komorowa“ wybierania, stosowana w pokładach węgla średniej grubości (2 — 4 m) i w złożach soli oraz rudy

nych wozach do przewozu kamienia o ścianach bocznych otwieranych, czyli tzw. „klapiakach“, lub w kolebach, tj. wozach, w których skrzynia z materiałem może się przechylać, podczas gdy podwozie stoi na torze nieruchomo. Klapiaki i koleby opróżnia się wprost przez otwarcie bocznych ścian lub też przechylenie, zwykle wozy kopalniane za pomocą specjalnego urządzenia zwanego wywrotem (rys. 14). Wywrót umożliwia takie przechylenie wozu, że materiał sam się wysypuje, po czym wóz wraca do normalnej pozycji.

Materiał podsadzkowy z wozu wysypuje się do leja z grubej blachy żelaznej lub leja drewnianego obitego blachą żelazną. Z leja kamień dostaje się na przenośnik, który przewozi materiał podsadzkowy wzdłuż ściany do miejsca, gdzie układa się podsadzkę. Przy nachyleniu 20° do 25° wystarczy ułożyć nieruchomą rynnę żelazną, a materiał podsadzkowy będzie się sam zsypywać wzdłuż ściany. Przy nachyleniu większym, ponad 30° materiał podsadzkowy zsypuje się w dół ściany samoczynnie bez rynien, wprost po spągu i wszelkie urządzenia transportowe są zbędne. Aby zsypujący się samoczynnie materiał podsadzkowy nie pokaleczył ludzi pracujących na ścianie, należy wzdłuż ściany zrobić zabezpieczenie w formie płotu.

Płot ten robi się z desek lub siatki drucianej, przybijając deski lub siatkę drucianą do obudowy stojącej w przestrzeni po wydobywym materiale.

W wypadku, gdy nachylenie pokładu jest mniejsze od 20° , tzn. gdy materiał podsadzkowy wzdłuż ściany nie może zsuwać się samoczynnie do przewozu materiału podsadzkowego muszą być użyte przenośniki. W tym wypadku istnieją 3 możliwości. Jeśli urabianie węgla odbywa się tylko na jednej zmianie, ²⁴ np. rano, to układa się podsadzkę na popołudniowej zmianie, używając tego samego przenośnika do transportu materiału podsadzkowego, którym rano odstawiano węgiel. Czasem używa się tego samego przenośnika równocześnie do transportu węgla i materiału podsadzkowego. W tym wypadku w dolnej części ściany przewozi się na przenośniku urobiony węgiel, w górnej zaś części materiał podsadzkowy. Stosując przenośnik do takiego równoczesnego trans-

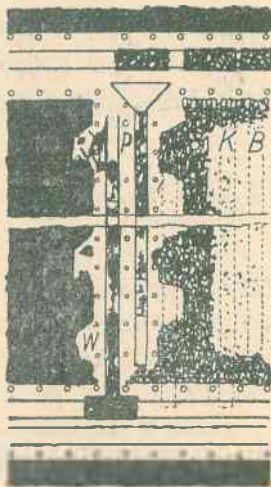


Rys. 15. Odstawa węgla ze ściany i dostawa materiału podsadzkowego na ścianę jednym przenośnikiem

portu urobku i materiału podsadzkowego, zakłada się do niego specjalny lej kątowy (rys. 15), który wyładowuje materiał podsadzkowy w żądanym miejscu. Lej przymocowany jest do przenośnika klamrami ze śrubami, co pozwala na łatwe przesuwanie leja w górę w miarę wykonywania podsadzki. Zaletą tego systemu jest stosowanie tylko jednego przenośnika i możliwość urabiania węgla na 2 zmianach, np. rano i po południu, przy równoczesnym wykonywaniu podsadzki. Lecz metoda ta urabiania i odstawy węgla z równoczesnym wykonywaniem podsadzki przy pomocy jednego przenośnika nie jest praktyczna.

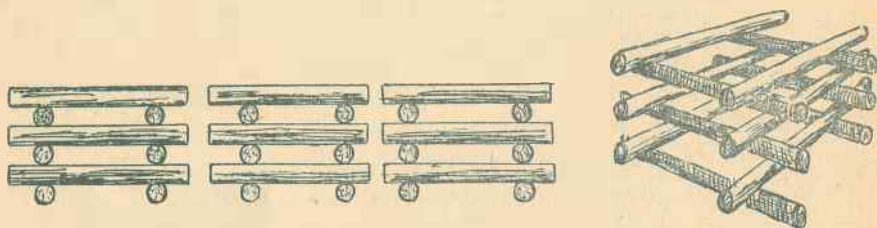
Dlatego najlepszym, gdyż najbardziej wydajnym i uniezależniającym wydobywanie węgla od robót podsadzkowych, jest sposób trzeci. Polega on na stosowaniu na ścianie dwóch równoległych przenośników, z których jeden służy do odstawy urobionego węgla, drugi do dostawy materiału podsadzkowego (rys. 16). Wadą tego systemu jest większy koszt zabudowanych urządzeń transportowych (podwójny przenośnik). Przy niektórych systemach przenośników, składających się z krótkich odcinków, koszt zabudowanych urządzeń przewozowych na ścianie można obniżyć przez odpowiednią organizację robót. W tym wypadku motor uruchamiający przenośnik do transportu węgla znajduje się w dolnej części ściany, tj. w pobliżu chodnika przewozowego, motor zaś przy przenośniku dla transportu materiału podsadzkowego w pobliżu chodnika wentylacyjnego, tzn. w górnej części ściany. Na początku zmiany przenośnik dla węgla jest tylko w dolnej części ściany i w miarę wykonywania podsadzki odpina się poszczególne odcinki z przenośnika podsadzkowego i przypina do przenośnika węglowego.

Najbardziej luźna i ściśliwa jest podsadzka sucha, wykonana przez wysypanie luźnego kamienia z przenośnika lub przerzucanego łopatą. Najbardziej szczelna jest podsadzka sucha wykonana w formie tzw. „suchego muru”. Jest to mur ułożony ręcznie z większych kawałków kamienia, odpowiednio dopa-



Rys. 16. Odstawa węgla ze ściany i dostawa materiału do podsadzki suchej przy pomocy 2 przenośników

sowanych. Wykonanie takiej podsadzki jest bardzo kosztowne, gdyż praca przy niej jest mało wydajna. Dlatego najczęściej stosowanym sposobem jest system mieszany. Jest to układanie suchych murów o grubości 0,5 m do 1 m, zależnie od grubości pokładu, i sypanie za nimi kamienia łopatą. W tym wypadku suche mury układa się wzdłuż chodnika przewozowego i wentylacyjnego oraz wzdłuż ściany. Czasem zamiast układać wzdłuż chodników suche mury buduje się „kaszty“ z drzewa. Kaszt jest to stos ułożony z grubego drzewa długości ok. 1 m do 1,25 m w ten sposób, że na 2 kłocę leżące równolegle w odległości około 60 do 80 cm kładzie się 2 inne prostopadłe i to tak długo, aż kaszt osiągnie strop pokładu (rys. 17). Kaszty wypełnia się szczelnie kamieniem. Kaszt taki po zgnieceniu go jest bardzo wytrzymały na



Rys. 17. Kaszty, wynalazek górnictwa polskiego w Wieliczce, z XVI wieku, służą do podtrzymywania stropu

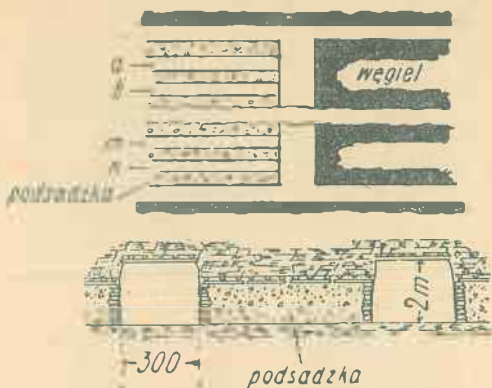
dalsze ciśnienie. Ponieważ zarówno suche mury jak i kaszty wypełniane kamieniem ulegają zgnieceniu i zmniejszają swą wysokość, należy chodniki początkowo wykonywać wyższe, niż to jest potrzebne, i to o tyle, aby po ściśnieniu podsadzki miały potrzebną wysokość.

Jeżeli w kopalni, która musi stosować podsadzkę suchą, brakuje kamienia lub z różnych względów nie opłaca się dowozić kamienia do ściany (np. długi, trudny, kosztowny transport, brak wozów do kamienia itp.), wówczas musiny urabiać konieczny do podsadzki materiał podsadzkowy w miejscu podsadzania, czyli w pobliżu ściany. W tym wypadku w pobliżu przodka ścianowego, w przestrzeni, gdzie węgiel został już wybrany, prowadzi się szereg chodników (a, b, m, n rys. 18 a), w których przybiera się kamienia w stropie (rys. 18 b) lub w spągu. Jeśli w stropie pokładu znajdują się miękkie łupki, a w spągu twarde skały, przybiera się w stropie (rys. 18 b). Jeśli natomiast strop pokładu tworzy twardy, mocny piaskowiec, a spąg

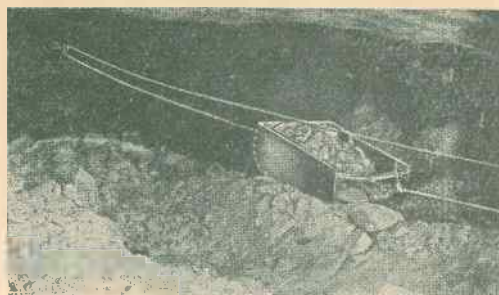
jest z miękkich i kruchych skał, przybiera się w spągu. Uzyskany w ten sposób z przybierki kamień zużywa się na wykonanie podsadzki między chodnikami. Wzdłuż chodników układa się suche mury, za nimi reszta kamienia nasypana jest luźno łopatami lub wrzucona ręcznie. Ponieważ chodniki w ten sposób utworzone między podsadzką nie służą ani do przewozu, ani do wentylacji i po pewnym czasie ulegają

zawaleniu się, nazywano je „ślepyimi“, a taki sposób prowadzenia podsadzki „metodą ślepych chodników w stropie“, jeśli przybiera się w stropie, lub „metodą ślepych chodników w spągu“, jeśli przybiera się kamień w spągu pokładu. Prowadząc podsadzkę sposobem ślepych chodników równomiernie z przodkiem ściany węglowej posuwamy za nią szereg pasów podsadzkowych podpierających strop bezpośredni szybko, wnet po wybraniu węgla, zanim ma on czas obniżyć się. Teorię, cel, zadania takiej pasowej podsadzki omówiliśmy w poprzednim rozdziale. Podsadzkę pasową stosować można tylko w pokładach o małym nachyleniu (do 25°).

Praca przy układaniu podsadzki suchej jest bardzo mało wydajna. Wydajność zależy od miejscowych warunków pracy, a więc przede wszystkim od wysokości pokładu. Największą wydajność uzyskuje się w pokładach grubości 1 m do 1,5 m. Następnie wydajność pracy przy podsadźce zależy od rodzaju kamienia, tzn. czy jest on drobny, czy w większych kawałkach, od temperatury panującej w miejscu pracy, od wilgotności miejsca pracy, od jego odległości od szybu, czyli ile czasu traci górnik na dojście do miejsca pracy i powrót pod szymb itp. Zależnie od tych warunków jeden człowiek może w pokładzie grubym 1,0 — 1,5 m podsadzić w ciągu dniówki, tj. w ciągu 7 i pół godzin 10 m^3 do 15 m^3 przestrzeni. W pokładach cieńszych, tj. poniżej 1 m grubości, wydajność na człowieka spada do 7— 10 m^3 na dniówkę, ponieważ warunki pracy są mniej wygodne. Tak samo w pokładach grubości powyżej 1,5 m wydajność robót



Rys. 18. Odbudowa pokładu z podsadzką suchą metodą „ślepych chodników“



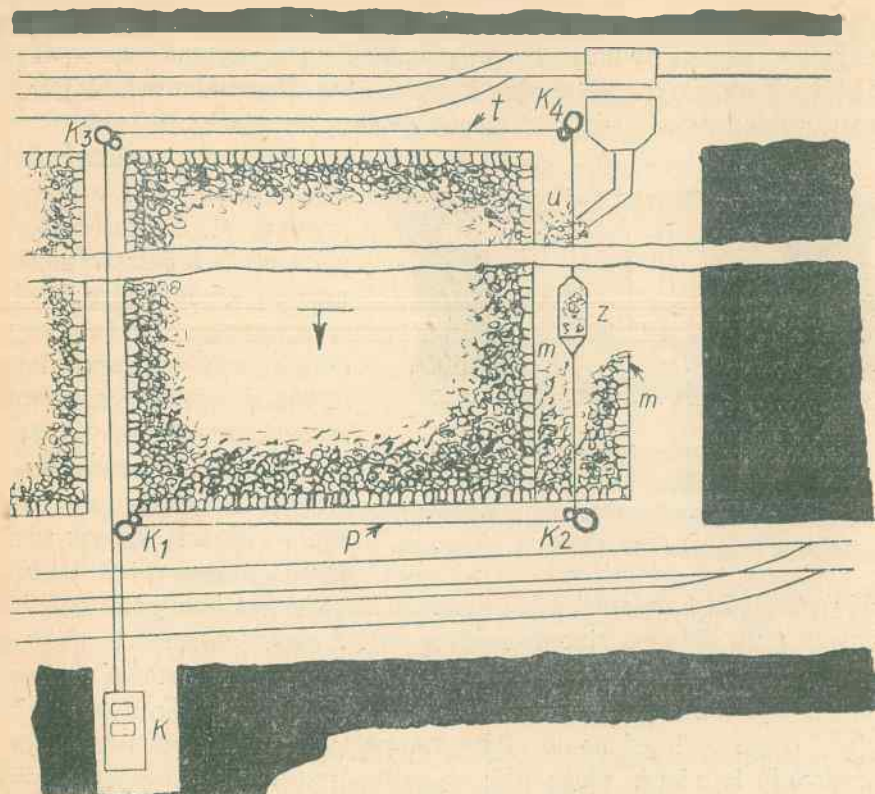
Rys. 19. Zgarniacz, to skrzynia żelazna bez dna i jednego krótszego boku, posuwana wzdłuż ściany przy pomocy 2 lin

przy podsadzce suchej spada do 7—10 m podsadzanej przestrzeni na człowieka w ciągu dniówki, ponieważ podsadzanie pod stropem na wys. 1,8 do 2,0 m jest uciążliwe. Przeliczając ilość dniówek roboczych potrzebnych do robót podsadzkowych w zależności od wydobywania, zakłada się, że na 1 000 t wydobytego węgla potrze-

ba około 105 dniówek przepracowanych przy suchej podsadzce w pokładach 0,75 m wysokich i cyfra ta spada do 60 dniówek w pokładach 1,5 m wysokich, po czym w pokładach grubszych znowu się podnosi.

Pewną pomocą w układaniu podsadzki suchej jest zastosowanie zgarniacza. Zgarniacz jest to niska skrzynia z grubej blachy żelaznej bez dna i jednego krótszego boku (rys. 19). U obu dłuższych boków są łańcuchy, za które zaczepia się liny ciągnące zgarniacz. Pojemność zgarniacza wynosi 0,6 do 0,75 m³. Zgarniacz przy pomocy lin i kołowrotu wlecze się po spągu złoża razem ze znajdującym się w nim materiałem.

Rys. 20 przedstawia sposób zastosowania zgarniacza do transportu materiału podsadzkowego i sypania podsadzki. Kołowrót *K* posiada 2 bębny. Na jednym nawinięta jest grubsza i mocniejsza lina przednia *p*, która przez krążki kierownicze *k*₁ i *k*₂ przyczepiona jest do przedniej, otwartej strony zgarniacza *z*. Zgarniacz ciągnięty kołowrotem zabiera dostarczony na górną część ściany przenośnikiem materiał podsadzkowy i zgarnia go do miejsca posadzanego. W tym miejscu górnicy pracujący przy podsadzce, czyli tzw. „podsadzkarze” wybierają grubsze kawałki kamienia i układają z nich suchy mur *m*. W czasie gdy kołowrót ściąga w dół załadowany zgarniacz przy pomocy przedniej liny *p*, z drugiego bębna, obracającego się luźno, odwija się tylna lina *t* połączona z tylną ścianą zgarniacza przez krążki kierownicze *k*₃ i *k*₄. Po dosunięciu podsadzki na potrzebne miejsce obsługujący kołowrót wyłącza bęben z liną przednią.



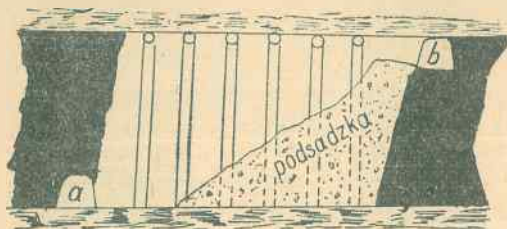
Rys. 20. Sposób zastosowania zgarniacza do transportu materiału podsadz-
kowego wzdłuż ściany

załącza bęben z liną tylną i cofa zgarniacz na przednie miejsce, powyżej usypiska *u* materiału podsadzowego.

Zgarniacz pełny posuwa się z szybkością 1,5 m — 1,9 m na sekundę, zgarniacz próżny z szybkością 2,5 m — 2,8 m na sekundę. Wydajność zgarniacza zależy od jego pojemności, długości drogi, po której przesuwa materiał i rodzaju materiału. Można przyjąć, że wydajność zgarniacza o pojemności 0,6 m³, pracującego na drodze średnio 50 m długiej, wynosi przeciętnie około 35 m³ podsadzki na godzinę.

Jeśli w kopalni uzyskuje się przy wykonywaniu przekopów, szybków itp. robót więcej kamienia, niż można go zużyć do podsadzania wyrobisk, albo gdy kopalnia nie stosuje podsadzki suchej, musimy urobiony kamień wydobyć na powierzchnię, co obciąża dodatkowo urządzenia przewozowe i wydobywcze kopalni oraz podnosi koszt.

Aby tego uniknąć, zwłaszcza gdy kopalnia wydobywa z grubych pokładów węgla, tworzy się w podziemiach specjalne wyrobiska, w których umieszcza się zbędny kamień. Rys. 21 przedstawia w przekroju pokład, w którym podsadza się takie wyrobisko. W pokładzie



Rys. 21. Sypanie podsadzki w komorze wykonanej w grubym pokładzie, celem uniknięcia wydobywania kamienia z kopalni na powierzchnię

wykonuje się jeden chodnik po spągu *a* i z niego wybiera się komorę. Drugi chodnik *b* jest wykonany pod stropem i z niego wysypuje się do komory dostarczany wozami kamień. Po zapelnieniu komory kamieniem do poziomu chodnika *b* resztę przestrzeni podsadza się ręcznie. W ten sposób pod

ziemią można łatwo umieścić duże ilości kamienia, gdyż np. w pokładzie 6 m grubym objętość komory przy dobrym stropie może wynosić około 700 m³.

Przy nieostrożnym układaniu podsadzki górnicy mogą doznać lekkich wprawdzie, ale bolesnych skaleczeń kostek u nóg, goleni lub kolan, mogą zedrzyć sobie skórę na palcach. Przy nieostrożnym dorzucaniu kamienia mogą ulec wypadkom również i współpracownicy. Dlatego przy robotach podsadzkowych musi być zachowana taka sama czujność i ostrożność jak przy wszystkich innych robotach górniczych.

Podsadzka dmuchana

Podsadzka ręczna jest mało wydajna i dlatego bardzo kosztowna. Poza tym sucha podsadzka ręczna sprawia dużo kłopotu. Na ścianach o dużym wydobyciu (500 — 800 t na jedną lub dwie zmiany) należy zgromadzić więcej ludzi do wykonania podsadzki, aby nadążyć z nią za postępującym szybko naprzód przodkiem węglowym. To znowu często ze względu na ciasnotę miejsca pracy jest niemożliwe. W takich wypadkach wydobywanie węgla musi być ograniczane na danej ścianie i przerzucane w inne miejsce. Tak samo w wypadku jakichkolwiek przeszkód w dostawie kamienia do podsadzki, musi być wydobywanie na ścianie ograniczone, a gdy zajdą dłuższe przeszkody, nawet całkowicie zatrzymane i przerzucone na inne miejsce do czasu

uzupełnienia podsadzki. Ze względu bowiem na ograniczone miejsce pracy i małą wydajność trudno przyśpieszyć w wyższym stopniu wykonywanie podsadzki ręcznej. Wszystko to sprawia oczywiście kierownictwu i dozorowi kopalni wiele kłopotu. Kłopoty te usuwa maszynowe wykonywanie podsadzki suchej, jako więcej wydajne.

Istnieją dwa rodzaje maszynowego wykonywania podsadzki suchej:

- a) podsadzka dmuchana,
- b) podsadzka miotana.

Podsadzka dmuchana polega na tym zjawisku, że powietrze wtłaczane pod pewnym ciśnieniem do rurociągu, jeżeli posiada pewną prędkość, potrafi przesuwac, a nawet unosić w rurociągu dość duże kawałki kamienia.

Materiał podsadzkowy jest tym lepszy, im większa jest powierzchnia przekroju każdego poszczególnego kawałka materiału, narażona na napór powietrza, w stosunku do ciężaru danego kawałka kamienia. Lepsze są więc kawałki o ostrych krawędziach niż okrągłe, kostkowe od płaskich płytek, gruboziarniste od drobnoziarnistych. Tak samo lepsze jest ziarno lżejsze od cięższego przy tej samej wielkości. Średnica poszczególnych ziarn materiału podsadzkowego nie powinna przekraczać 80 — 100 mm. Pod względem rodzaju materiału najmniej do podsadzki dmuchanej nadaje się glina, która łatwo zatyka rurociągi oraz suchy wapienny lub inny kruchy i miękki kamień, który w miejscu podsadzania wytwarza duże ilości pyłu utrudniając tym pracę w przodku oraz wyciera bardzo szybko rurociągi podsadzkowe. Najlepsze rezultaty otrzymuje się przy użyciu jako materiału podsadzkowego mieszanki kamienia z odpadami z płuczki.

Szybkość powietrza w rurociągu podsadzki dmuchanej wynosi 40 — 100 m na sek. Szybkość materiału podsadzkowego przenoszonoego w rurociągu powietrzem jest o około 30 metrów na sekundę mniejsza, tzn. materiał w rurociągu przesuwac się z szybkością 10—70 m na sek. Ciśnienie powietrza sprężonego, używanego do podsadzki dmuchanej, wynosi 2 — 4 atmosfer naciśnienia (czyli 3 — 5 atmosfer ciśnienia bezwzględnego). Długość rurociągu podsadzkowego nie powinna przekraczać 800 m. Dłuższe rurociągi są możliwe, lecz zużycie powietrza wzrasta tak silnie, że podsadzka dmuchana już się nie opłaca. Zużycie powietrza sprężonego zależy od rodzaju materiału podsadzkowego i powierzchni przekroju rurociągu. Im

większy przekrój, tym większe zużycie powietrza sprężonego. Dlatego ograniczamy średnicę rurociągów dla podsadzki dmuchanej do 150—200 mm, co z kolei ogranicza wydajność całego urządzenia podsadzkowego. Wydajność ta poza średnicą rurociągu zależy od rodzaju materiału podsadzkowego i długości samego rurociągu. Wydajność waha się w tych samych warunkach od 20 m³ na godzinę przy stosowaniu piasku gliniastego do 80 m³ na godzinę przy stosowaniu mieszaniny odpadków z sortowni i płuczki.

Wadą podsadzki dmuchanej jest ogromne zużycie powietrza sprężonego, które w górnictwie jest bardzo kosztowną siłą napędową, i dlatego, choć posiada wiele zalet, m. in. bezpieczeństwo w gazach wybuchowych, jest obecnie zastępowane elektrycznością. Zależnie od rodzaju materiału podsadzkowego, średnicy i długości rurociągu, zużycie powietrza wynosi 80 — 100 m³ powietrza atmosferycznego (tzn. zassanego przez sprężarkę²⁵) na 1 m³ materiału podsadzkowego.

Działanie maszyny do podsadzki dmuchanej polega na tym, że materiał podsadzkowy, zamknięty w szczelnym naczyniu, wdmuchuje się powietrzem sprężonym do rurociągu podsadzkowego. Naczynie musi być szczelnie zamknięte, aby powietrze sprężone z niego nie uciekało na zewnątrz.

Istnieją dwa typy maszyn do podsadzki dmuchanej:

- a) maszyny zbiornikowe,
- b) maszyny wirnikowe.

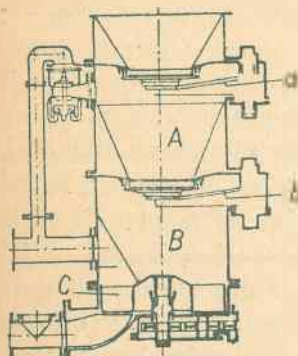
Rys. 22 przedstawia uproszczony przekrój prostszego typu maszyny zbiornikowej. Maszyna ta składa się z okrągłego, żelaznego zbiornika *C*, zamykanego od góry bardzo szczelnie płytą *B*. W dnie zbiornika znajduje się koło poziome *D* z nałożonymi na nie pionowymi łopatkami, obracające się około osi pionowej przy pomocy motoru. Materiał podsadzkowy spadając na koło *D* dostaje się między łopatki i tworzy jednakowe co do wielkości dawki. Koło *D* obracając się z równomierną szybkością dostarcza te dawki nad rurociąg podsadzkowy *F*. Powietrze sprężone dopływa rurociągiem *E* do wnętrza maszyny i przepływając nad kołem nadawczym, dostaje się do rurociągu podsadzkowego *F*, porywając ze sobą znajdującą się właśnie nad rurociągiem dawkę materiału podsadzkowego. Po zupełnym opróżnieniu zbiornika z materiału podsadzkowego zamyka się dopływ powietrza sprężonego i zatrzymuje ruch maszyny. Następnie po

otwarciu zamknięcia *B* napelnia się zbiornik *C* ze zbiornika *A*, zasilanego w czasie ruchu maszyny.

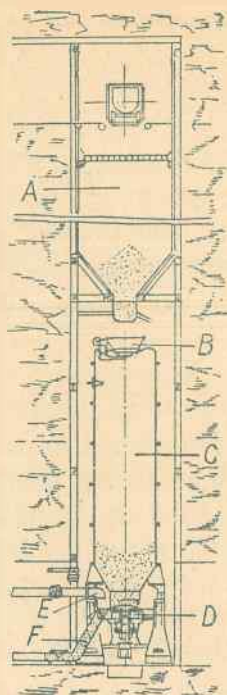
Przerwy w podsadzaniu spowodowane koniecznością napełniania zbiornika *C* wynoszą 25 — 30% całkowitego czasu pracy maszyny podsadzkowej. Przy odpowiedniej organizacji pracy można je częściowo wykorzystać do wykonania robót ubocznych, jak np. przedłużania lub skracania rurociągu.

Wielkość zbiornika *C* wynosi, zależnie od wielkości maszyny, 3 — 10 m³. Stosownie do wielkości maszyny i warunków (materiał, ciśnienie powietrza, odległość maszyny od miejsca podsadzanego) można tym typem maszyny podsadzać do 125 m³ na zmianę.

Rys. 23 przedstawia przekrój ulepszonego typu maszyny zbiornikowej, składającej się z 2 zbiorników *A* i *B*, zabudowanych jeden nad drugim. Każdy z tych dwu zbiorników zamknięty jest od góry szczelną zasuwą, przy czym zasuwy te są w ten sposób ze sobą połączone, że jeśli jedna jest otwarta, to drugiej nie można otworzyć. Materiał podsadzkowy zsypuje się przez otwartą zasuwę *a* do zbiornika *A*, który oddzielony jest od dolnego zbiornika *B* zasuwą *b*. Po napełnieniu

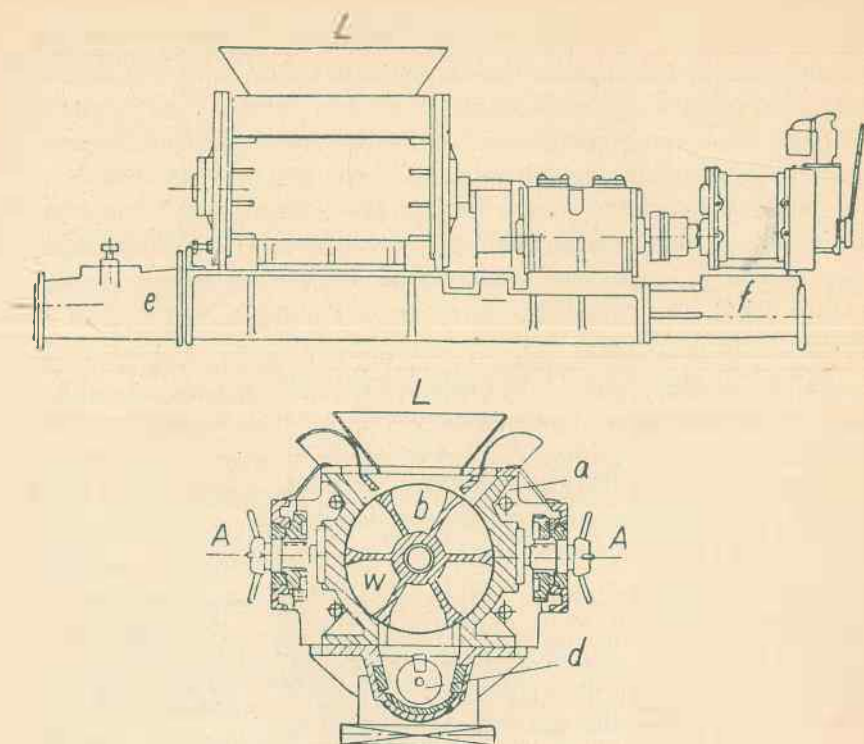


Rys. 23. Przekrój maszyny dwukomorowej do podsadzki dmuchanej



Rys. 22. Przekrój maszyny jednokomorowej do podsadzki dmuchanej

zbiornika *A* zamyka się zasuwę *a*, otwiera zasuwę *b* i materiał podsadzkowy przesypuje się do zbiornika *B*. Zamknąwszy następnie zasuwę *b*, puszcza się w ruch podsadzkę i można równocześnie napełniać zbiornik *A*. W dolnej części maszyny znajdujące się koło łopatkowe jest w swej budowie podobne do koła opisanego poprzednio przy maszynie jednokomorowej. Również zasada działania maszyny jest ta sama. Ten typ maszyny zapewnia więc ciągłość pracy podsadzania bez zbytecznych przerw na napełnianie maszyny materiałem. Zasuwy *a* i *b*,



Rys. 24. Widok i przekrój maszyny wirnikowej do podsadzki dmuchanej

poruszane silnikiem, pracują automatycznie tak samo i kurki dopuszczające powietrze sprężone do zbiorników.

Maszyny tego typu mogą przepuścić do 70 m^3 materiału podsadzkowego na godzinę.

Rys. 24 przedstawia widok z boku i przekrój maszyny do podsadzki dmuchanej typu wirnikowego. Zasadniczą częścią maszyny jest wał *w*, zaopatrzony w 6 skrzydełek *b* na całej swej długości. Wał obraca się w osłonie *a*, przylegającej dokładnie do łopatek. Materiał podsadzkowy wsypuje się do lejka *L*, skąd między skrzydełkami *b*, podczas obrotu wału *w* dostaje się do dolnej części *d*. Do tej części maszyny dopływa powietrze sprężone rurą *e*, które unosi następnie materiał podsadzkowy rurą *f* do rurociągu podsadzkowego. Ponieważ dla uniknięcia strat w powietrzu sprężonym doleganie skrzydełek *b* do osłony *a* musi być dokładne, osłona *a* składa się z 2 połówek. Obie te połówki mogą być za pomocą ścisków śrubowych dosuwane do sie-

bie, a więc i do skrzydełek *b*, w miarę jak następuje wycieranie się wnętrza maszyny na skutek tarcia kamienia. Wał *w* obraca się z szybkością 15 obrotów na minutę.

Maszyny podsadzkowe typu wirnikowego buduje się małe, na kółkach, aby je można łatwo przewozić z miejsca na miejsce, i większe, nieprzewożne, ustawiane w miejscach, gdzie mogą dłużej pracować. Zależnie od wielkości wydajność maszyny podsadzkowej typu wirnikowego waha się od 20 — 70 m³ materiału podsadzkowego na godzinę. Motor napędzający maszynę ma moc 8 — 10 KM, zależnie od wielkości maszyny.

Maszyny typu komorowego w porównaniu z maszynami typu wirnikowego posiadają większą wydajność w metrach sześciennych na godzinę i wykazują mniejsze zużycie powietrza sprężonego na metr sześcienny podsadzanej przestrzeni. Wymagają jednak do ustawienia wyrobisk górniczych o większych wymiarach niż maszyny wirnikowe. Maszyny typu wirnikowego natomiast górują nad komorowymi małymi dogodnymi wymiarami, pozwalającymi na wygodny transport, nawet w mniejszych chodnikach kopalni, bez większych trudności oraz są prostsze w konstrukcji i obsłudze, łatwiej je w wypadku zepsucia naprawić.

Podsadzka miotana

Podsadzka miotana polega na zastosowaniu siły odśrodkowej do układania materiału podsadzkowego w przestrzeni podsadzanej. Do tego celu służą specjalne maszyny. Zasadniczą częścią takiej maszyny do układania podsadzki miotanej, czyli tzw. *miotarki*, jest mocna, okrągła tarcza stalowa, zaopatrzona w żebra, pionowo do niej przymocowane i biegnące w kierunku od środka koła ku obwodowi tarczy. Cała tarcza znajduje się w szczelnej osłonie. W osłonie tej są tylko 2 otwory: jeden u góry do sypania materiału podsadzkowego na tarczę i drugi z boku tarczy, w przedniej części maszyny, którym wylatuje materiał podsadzkowy. Tarczę obraca około jej osi motor elektryczny lub powietrzny z prędkością do 450 obrotów na minutę. Skutkiem tego materiał podsadzkowy, znajdujący się na tarczy, wylatuje pod wpływem siły odśrodkowej z maszyny z szybkością 10 — 30 m na sek.

Materiał podsadzkowy na tarczę sypie krótka taśma transportowa gumowa, umocowana na maszynie i poruszana tym samym moto-

rem, który obraca tarczę. Materiału podsadzkowego na taśmę dostarcza przenośnik, taki jak przy podsadzce ręcznej. W miarę podsadzania wyrobiska i przesuwania się maszyny przenośnik ten jest skracany. Tak samo bowiem przy podsadzce miotanej jak i ręcznej pełnej, podsadzanie wyrobiska zaczyna się od najniższej leżącej części wyrobiska.

Maszyna zbudowana jest na saniach, na których posuwa się wzdłuż wyrobiska. Do posuwania maszyny służy lina stalowa. Lina ta jednym końcem zaczepiona jest w górnej części wyrobiska, w pobliżu chodnika wentylacyjnego. Drugim końcem przymocowana jest do bębna znajdującego się na miotarce. Przez sprzęgnięcie bębna z motorem miotarki powoduje się obroty bębna, na który w ten sposób nawija się lina, przesuując tym samym maszynę w górę wyrobiska. Bęben nawijający linę włącza się od czasu do czasu, w miarę jak postępuje podsadzanie wyrobiska.

Istnieją maszyny do podsadzki miotanej z tarczą miotającą poziomą i pionową. Maszyny z tarczą poziomą są niższe, rzucają kamień nisko i dlatego używa się ich w pokładach cienkich. Maszyny z tarczą pionową, jako wyższe i mogące rzucać kamień wyżej, są stosowane w grubych pokładach węgla oraz w kopalniach rudy, soli, gdzie wyrobiska górnicze są wyższe. Maszyny z tarczą poziomą są tak zbudowane, że tarcza miotająca może się obracać w obu kierunkach. Dzięki temu jest obojętne, czy przestrzeń do podsadzania znajduje się z prawej, czy z lewej strony miotarki.

Miotarki ważą 3,0—3,5 tony i posiadają motor o mocy do 30 KM. Wydajność maszyny miotającej z tarczą poziomą wynosi 20—25 m³ na godzinę, z tarczą pionową 25 — 40 m³ na godzinę. Miotarka rzuca kamień na odległość do 25 m. Niektóre typy maszyn z tarczą pionową rzucają podsadzkę na wysokość do 10 m.

Jeżeli równocześnie z podsadzaniem odbywa się urabianie węgla, to przede wszystkim przy stosowaniu miotarki z tarczą poziomą przestrzeń podsadzana musi być odgradzona od miejsca urabiania węgla ze względów bezpieczeństwa pracy. Wylatujące z miotarki z wielką siłą kamienie mogą przez odbicie się, np. od obudowy, wpaść do przestrzeni, gdzie pracują górnicy i spowodować nawet ciężki wypadek wśród załogi. Przegrodę zabezpieczającą robi się z desek lub siatki drucianej. Po skończonym podsadzaniu można przegrodę tę, jeżeli warunki miejscowe pozwalają, rozebrać i materiał z niej użyć powtórnie przy budowie następnego zabezpieczenia.

Przy stosowaniu maszyn do podsadzki dmuchanej i miotanej wielkość poszczególnych ziarn materiału podsadzkowego jest ograniczona najwyżej do 80 mm średnicy ze względu na wymiary rurociągów i części maszyn (tarcze żeberkowe). Dlatego do całości urządzenia do podsadzki dmuchanej i miotanej należy specjalne urządzenie do łamania i kruszenia materiału podsadzkowego. Urządzenia te mają za zadanie większe bryły materiału podsadzkowego połamać na kawałki o wymiarze najwyżej 80 mm. Buduje się je na powierzchni lub w podziemiach kopalni. W podziemiach dlatego, aby nie obciążać niepotrzebnie szybu wydobywaniem kamienia i następnie, po skruszeniu, opuszczaniem go. Zwiększa to koszty podsadzki i zmniejsza często możliwości wydobywania kopalni, jeśli jest tylko jeden szyb wydobywczy.

Zastosowanie maszyn do podsadzki dmuchanej i miotanej zwiększa ilość potrzebnego materiału podsadzkowego na 1 t wydobytego minerału w porównaniu z podsadzką ręczną. Na 1 m³ wydobytego minerału przy stosowaniu podsadzki dmuchanej lub miotanej potrzeba 25 — 50% materiału podsadzkowego więcej niż przy podsadźce układanej ręcznie. Są tego dwie przyczyny. Pierwsza — to większa szczelność podsadzki maszynowej niż ręcznej. Podsadzka rzucana maszyną lub wydmuchiwana z rury powietrzem sprężonym jest bardziej zbita, szczelniejsza niż podsadzka rzucana ręcznie łopatą. Dlatego też podsadzka układana maszynowo jest mniej ścisliwa od układanej ręcznie — i to jest również jedną z zalet podsadzki suchej maszynowej w stosunku do podsadzki suchej ręcznej. Drugą przyczyną większego zużycia materiału podsadzkowego na 1 m³ wydobytego minerału jest szybsze wykonanie podsadzki. Podsadzkę układa się szybciej i w krótszym czasie po wydobywaniu minerału, skutkiem czego strop nie ma czasu ugiąć się, a spąg spęcznieć. Jest to również zaletą podsadzki układanej maszynowo w stosunku do układanej ręcznie. W tym wypadku specjalnie podsadzka sucha maszynowa spełnia lepiej swe zadanie niż podsadzka sucha ręczna.

WYKONANIE PODSADZKI PŁYNNEJ

Jednym z najważniejszych zagadnień przy rozwiązywaniu organizacji pracy przy podsadźce płynnej jest zabezpieczenie dostatecznych złóż piasku. Piasek bowiem był i pozostanie podstawowym materiałem dla podsadzki płynnej. Wszystkie inne są tylko pomocniczymi, zastępczymi materiałami lub też służą za dodatek do piasku.

Górnośląskie Zagłębie Węglowe jest dostatecznie zaopatrzone w złoża piasku, zarówno na swoim terenie jak również na terenach sąsiednich. Początkowo wydobywano piasek do podsadzki płynnej ze złóż w pobliżu kopalń, później, w miarę wyczerpywania się piasku ze złóż bliższych, z coraz dalszych, tworząc duże kopalnie piasku. Obecnie istnieje, oprócz małych, o miejscowym, ograniczonym znaczeniu, na terenie Zagłębia Śląskiego kilka dużych kopalń piasku, tzw. p i a s k o w n i. Każda z nich zaopatruje w piasek szereg kopalń. Obecnie, po uspołecznieniu kopalń węgla, Polski Przemysł Węglowy robi ogromną inwestycję²⁶ zakładając dużą piaskownię na terenach Pustyni Błędowskiej, która rozciąga się na wschód od Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Specjalnie budowana kolej, łącznej długości ponad 80 km, będzie dostarczać piasku do wszystkich kopalń Centralnego Okręgu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego z Pustyni Błędowskiej i kilku innych dużych, już istniejących piaskowni. Celem tej wspaniałej inwestycji jest obniżenie kosztów podsadzki, zapewnienie na długie lata piasku kopalniom mającym już podsadzkę płynną oraz zaprowadzenie takiej podsadzki w tych kopalniach, które jej jeszcze nie posiadają, celem stworzenia w nich odpowiednich technicznych i gospodarczych warunków.

Przed założeniem piaskowni złoża piasku musi być zbadane pod względem wielkości zapasów i w jaki sposób zalega. Kierownictwo kopalni musi bowiem wiedzieć, jakimi zapasami dysponuje oraz jak złoża zalega, by nie stanąć nagle przed brakiem piasku, co naturalnie musiałoby pociągnąć za sobą zatrzymanie produkcji węglowej.

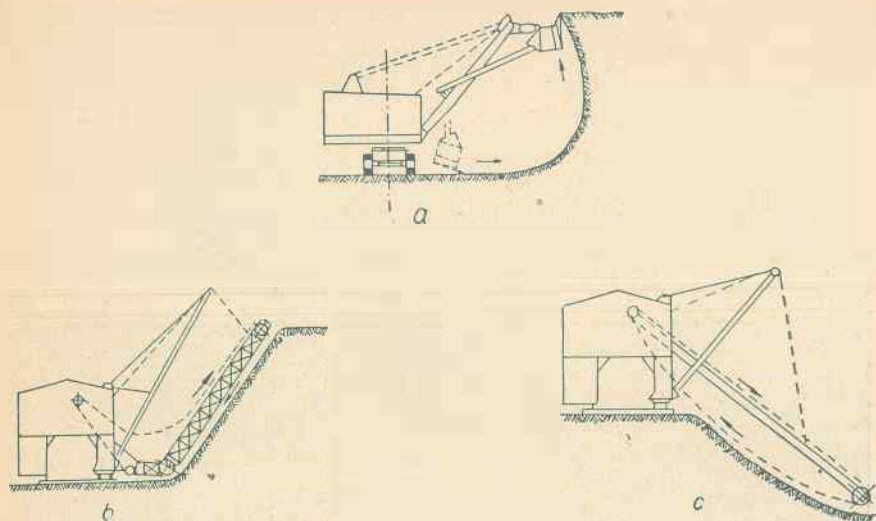
Produkcja dzienna niektórych piaskowni dochodzi do kilkunastu tysięcy m³ piasku. Te ogromne ilości piasku można urobić naturalnie tylko specjalnymi maszynami, tzw. „c z e r p a r k a m i”. Istnieją dwa zasadnicze typy czerparek, a mianowicie:

1. czerparki łyżkowe (rys. 25 a) i
2. czerparki wiaderkowe (rys. 25 b, c),

przy czym czerparki wiaderkowe — zależnie od tego, czy kopią piasek powyżej poziomu, na którym stoją, czy poniżej—dzielą się na:

- a) czerparki wiaderkowe nadpoziomowe (rys. 25 a) i
- b) czerparki podpoziomowe (rys. 25 c).

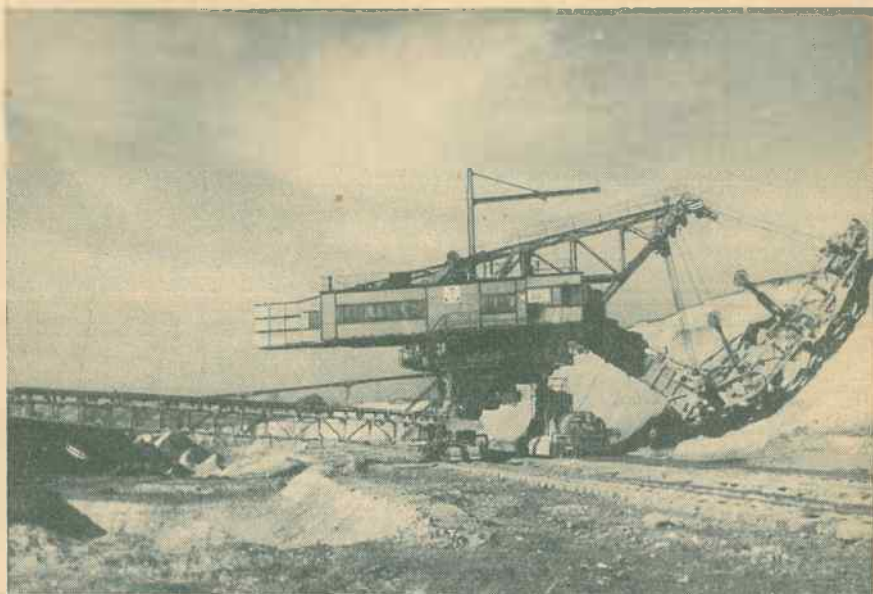
Czerparki łyżkowe (rys. 26) posiadają 1 kubel, czyli łyżkę o pojemności 0,5 m³ do 5,0 m³. Jeżeli łyżka przeznaczona jest do pracy



Rys. 25. Różne rodzaje maszyn do kopania piasku: łyżkowa (a), wiaderkowa nadpoziomowa (b) i podpoziomowa (c)



Rys. 26. Czerparka łyżkowa



Rys. 27. Czerparka wiaderkowa nadziemowa. Piasek urobiony wiaderkami po prawej stronie rysunku jest wysypyany na przenośnik widoczny po lewej stronie maszyny i dopiero z niego ładowany do wagonów, niewidocznych na fotografii

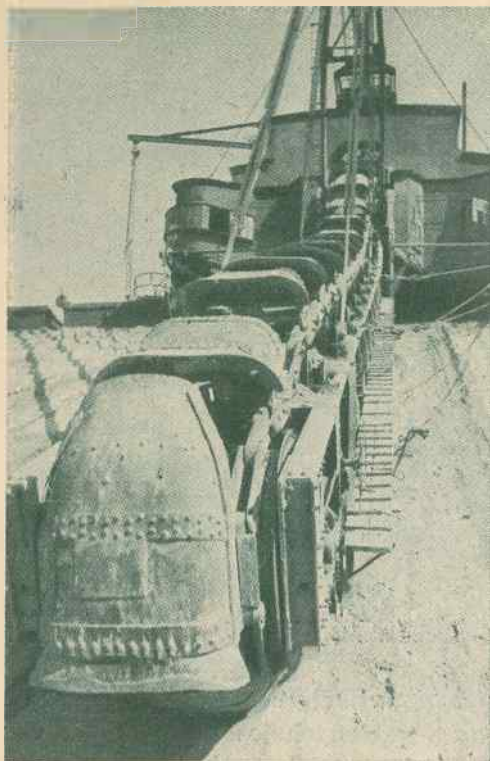
w skałach sypkich, posiada ostrą, stalową krawędź. Natomiast do pracy w skałach twardszych, bardziej zbitych, zaopatrzona jest na swej krawędzi w szereg zębów z twardej stali. Czerpak ładuje łyżkę, posuwając ją od siebie (rys. 25 a), po czym po napełnieniu łyżki obraca ją w poziomie nad podstawiony wagon i wysypuje zawartość przez otwarcie dna łyżki. Wysokość stoku zbieranego czerpakiem łyżkowym może dochodzić — zależnie od konstrukcji czerparki — do 10 m. W miarę wybierania piasku czerparki łyżkowe posuwają się albo na kołach po torze kolejowym, albo na gąsienicach jak czołg wprost po dnie złoża. Wydajność czerparek łyżkowych dochodzi do 200 m³ na godzinę ukopanego piasku. Czerparki łyżkowe są poruszane silnikami elektrycznymi, parowymi lub spalinowymi. Moc silnika poruszającego czerparkę łyżkową dochodzi do 300 KM. Czerparki łyżkowe nadają się przede wszystkim do kopania skał dosyć zwięzłych (gliny, ziemia).



Rys. 28. Czerparka wiaderkowa podpoziomowa, ładująca wprost do wagonów

Czerparki wiaderkowe posiadają na długim ramieniu ruchomym łańcuch bez końca, do którego przyczepionych jest szereg wiaderek zaopatrzonych na swym obrzeżu w stalową krawędź (rys. 29). Łańcuch porusza się wraz z wiaderkami dookoła ramienia wzdłuż jego długości, przy czym wiaderka, ciągnąc się po zboczu złoża materiału, napęniają się. Pojemność wiaderek jest różna, zależnie od wielkości czerparki, i waha się od 0,1 m — 2 m³. Szybkość łańcucha z wiaderkami wynosi 0,5 — 1,0 m na sek. Moc silników zabudowanych w czerparce łańcuchowej dochodzi do 400 KM. Wydajność czerparek wiaderkowych jest różna. Zależy od wielkości wiaderek, długości ramienia, szybkości łańcucha i może dochodzić do 1 000 m³ na godzinę. Czerparki wiaderkowe nadają się specjalnie do kopania skał sypkich, jak np. piasek. Wysokość szkarpy, urabianej czerparką wiaderkową nadpoziomową (rys. 27), może dochodzić do 20 m, czerparką zaś podpoziomą do 35 m (rys. 28).

W miarę zbierania piasku przez czerpaki musimy przesuwac tory, po których jeżdżą wozy przewożące piasek, lokomotywy oraz tory czerparek, jeżeli są one na kołach. Tor przesuwamy co 2 — 4 m. Przesuwanie wykonuje się albo ręcznie, albo za pomocą specjalnych

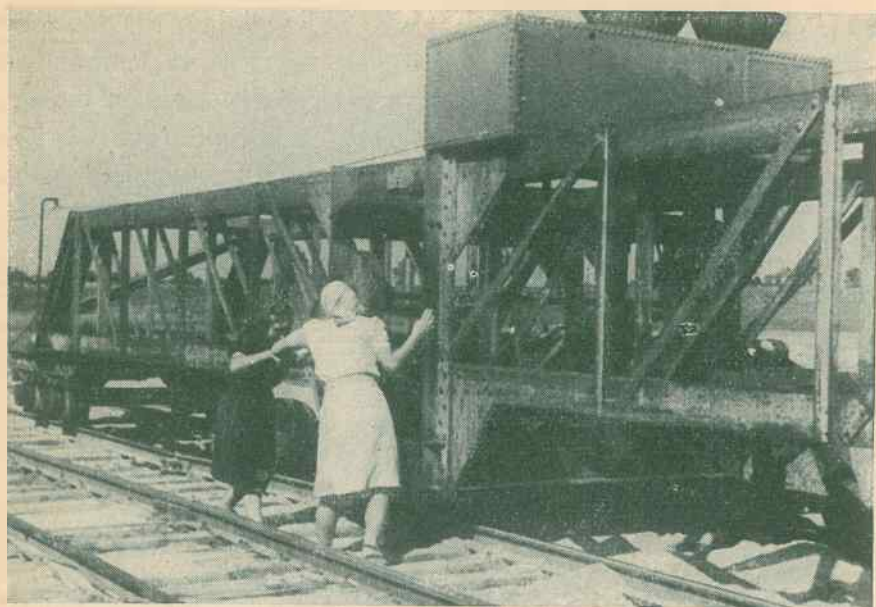


Rys. 29. Wiaderka czerparki podziemnej, przedstawionej na rys. 28

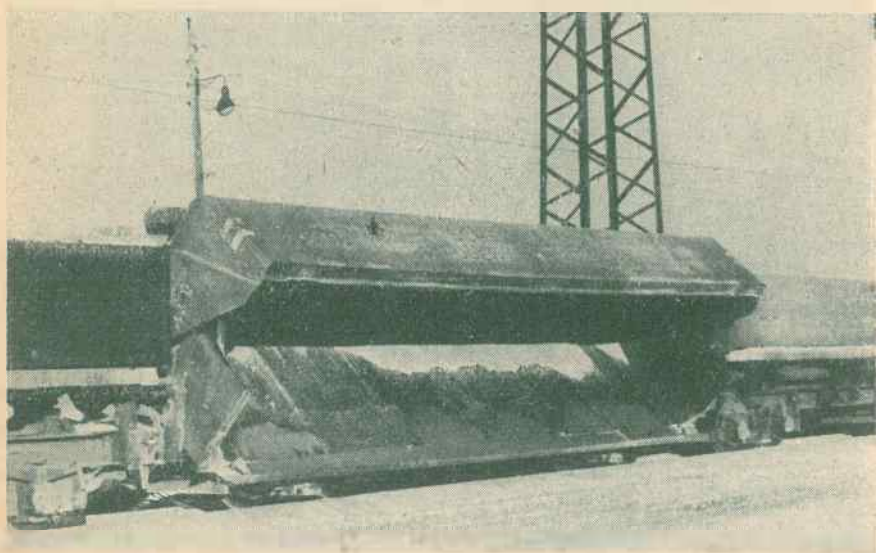
urządzeń. Ręczne przesuwanie za pomocą drągów i łomów, którymi podważa się i przesuwa tor jest bardzo kosztowne, gdyż zatrudnia duże ilości ludzi (do 60 ludzi potrzeba codziennie tylko do przesuwania torów na jednej piaskowni) i jest ciężką pracą. Dlatego do przesuwania torów używa się coraz częściej specjalnych urządzeń. Rys. 30 przedstawia jedno z nich. Jest to długa konstrukcja żelazna w formie mostu, wsparta na 2 platformach na kółkach. W połowie długości tego mostu umieszczona jest belka poprzeczna zaopatrzona w specjalne uchwyty. Uchwyty te obejmują szyny toru, po czym przy pomocy śruby pionowej podnosi się tor nieco w górę. Następnie przez obrót drugiej śruby (rys. 30) przesuwa się

tor w stronę skarpy lub przy czerparkach podziemnych od skarpy o 10 — 20 cm, przez co tor nieco się wygnie. Po opuszczeniu toru na ziemię maszynę przeciąga się po torze lokomotywą, przez co cały tor przesuwa się w bok. Stosowanie maszyn do przesuwania toru pozwala wykonać tę robotę znacznie szybciej i przy koszcie wynoszącym około 20% kosztów przesuwania ręcznego.

Do przewozu piasku używa się specjalnych, samowyladowczych wagonów o pojemności 2 — 25 m³. Rys. 31 przedstawia jeden z dawniej budowanych i dziś jeszcze używanych wagonów. Obecnie buduje się już tylko jeden typ wagonu do przewożenia piasku o pojemności 25 m³. Rys. 32 przedstawia pociąg takich wagonów piaskowych. Wagon ten zbudowany jest na tor normalno-kolejowy. Wagon posiada boki, które można podnosić, a to celem wyladunku zawar-

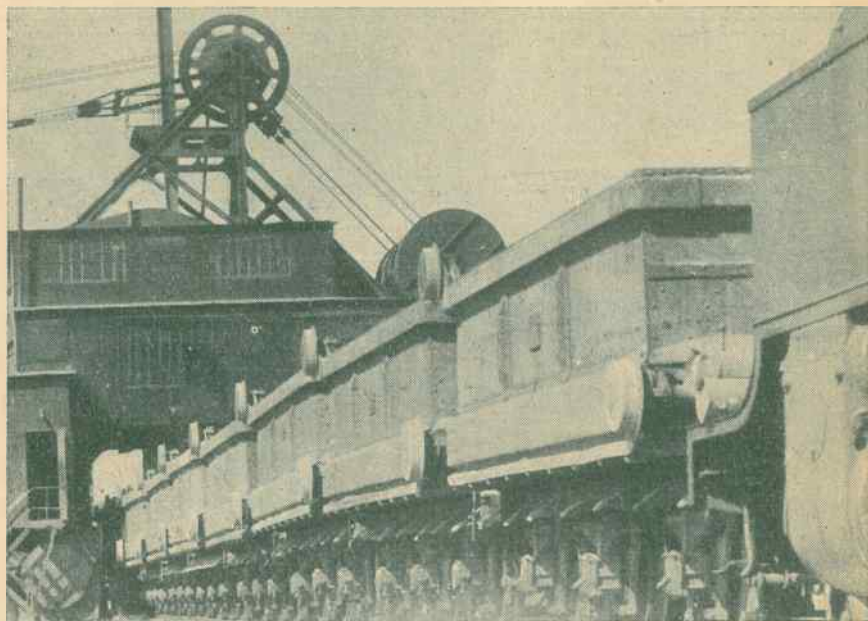


Rys. 30. Maszyna do przesuwania toru o 10 — 20 cm, Przez kilkakrotne powtórzenie tej pracy można tor przesunąć równolegle na żadaną odległość



Rys. 31. Wagon samowyładowczy do przewozu materiałów sypkich podczas wyładunku

tości. W tym celu zaopatrzone boki wagonu w specjalne kółka, przy czym te kółka na jednym końcu są u góry skrzyni wagonowej, na drugim u dołu. Wagony te wyładowuje się na specjalnym moście, zbudowanym nad zbiornikiem na piasek. Most taki (rys. 33, 34) zaopatrzony jest z każdego boku w dwie odpowiednio wygięte szyny. Przy wjeździe wagonu na most, kółka górne toczą się po górnych szynach, kółka dolne po dolnych szynach. Tak wszystkie cztery boki wagonu podnoszą się równomiernie do góry i cała zawartość wagonu



Rys. 32. Pociąg samowyladowczy wagonów o pojemności 25 m³ każdy, w czasie załadunku pod czerparką przedstawioną na rys. 28

wysypuje się do znajdującego się pod mostem zbiornika. W ten sposób dzięki odpowiedniej konstrukcji wagonów można szybko wyładować duże ilości piasku w krótkim czasie, albowiem wyładowanie następuje podczas przejazdu przez most wyładowczy nad zbiornikiem, przy zwolnionej tylko nieco szybkości, bez zatrzymywania się pociągu. Pociągi składają się z wagonów w liczbie do 20, co daje do 500 m³ piasku w jednym pociągu.



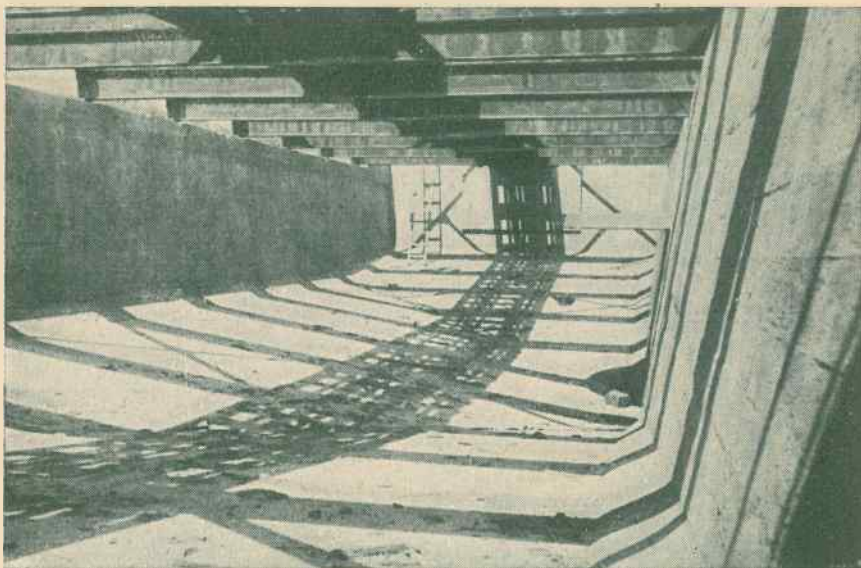
Rys. 33. Most wyladowczy nad zbiornikiem na piasek. Widoczne 2 szyny na prawym boku mostu służą do podnoszenia skrzyni wagonu z podwozia dla wysypania piasku



Rys. 34. Widok zewnętrzny mostu, przedstawionego na rys. 33, nad zbiornikiem na piasek umieszczonym w ziemi

Do przewozu tak ciężkich pociągów służą lokomotywy o wadze do 150 t i mocy do 1 300 KM. W przyszłości do przewozu pociągów piaskowych na specjalnej kolei podsadzkowej, budowanej obecnie przez Polski Przemysł Węglowy, używane będą wyłącznie lokomotywy elektryczne o dużej mocy.

Zbiorniki na piasek — są to ogromne betonowe doły, całkowicie lub częściowo umieszczone poniżej poziomu ziemi. Pojemność obecnie budowanych dochodzi do 3 000 m³ piasku. Rys. 35 przedstawia

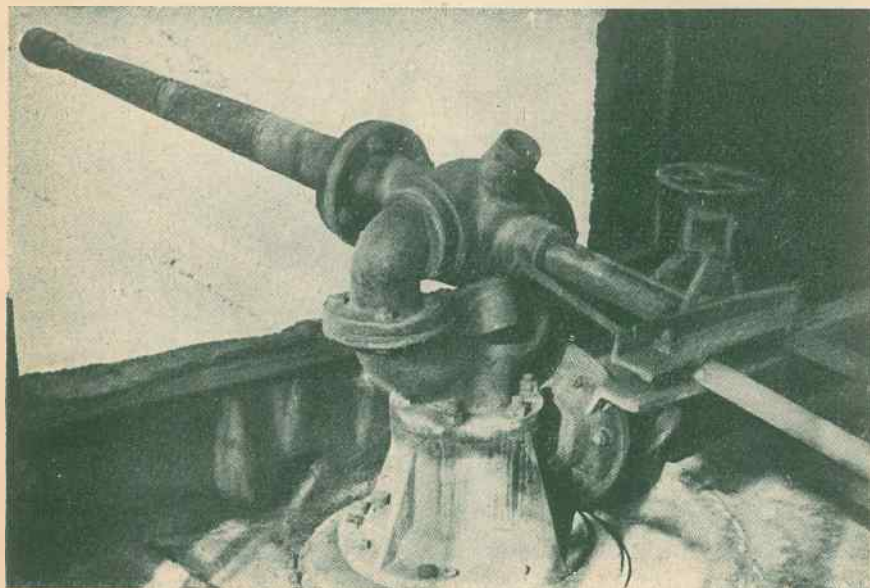


Rys. 35. Wnętrze zbiornika na piasek podsadzkowy, w którym odbywa się również zmulanie piasku

wnętrze zbiornika na piasek podsadzkowy. Jak widać, dno zbiornika jest pochyle w jednym kierunku, a więc ma kształt połówki bardzo płaskiego leja. W najniższym punkcie dna znajduje się wlot do rurociągu podsadzkowego.

Mieszanie piasku z wodą odbywa się w samym zbiorniku za pomocą tzw. monitora (rys. 36). Jest to rura zwężająca się w stronę wylotu i tak zbudowana, że może być obracana w płaszczyźnie pionowej i poziomej. Do rury tej dołączony jest przewód wodny zaopatrzony w zawór, który służy do regulacji wielkości strumienia wypływającej wody. Ciśnienie, z jakim wypływa woda, zależy od ci-

śnienia wytwarzanego przez pompę tłoczącą wodę do monitora. Wielkość i ciśnienie strumienia wody wypływającej z monitora reguluje się zależnie od warunków, tj. w zależności od materiału i od odległości, jaką musi on płynąć rurociągami do miejsca podsadzania. Do zmywania sypanego piasku wystarcza ciśnienie 6 — 8 atmosfer, do zmywania zbitych glin, zmarzniętego w zimie piasku itp. potrzebne jest ciśnienie do 20 atmosfer, czasem nawet więcej. Monitor umieszczony jest w górze przy jednej ze ścian zbiornika, w pobliżu wlotu do rurociągu podsadzkowego. Robotnik wykonujący pracę



Rys. 36. Widok monitora, służącego do zmulania piasku

zmulania kieruje monitorem w odpowiednie miejsca wysypanego do zbiornika piasku (rys. 37). Pod wpływem uderzenia silnego strumienia piasek miesza się z wodą i splywa do rurociągu podsadzkowego. Często we wlocie do rurociągu znajduje się dopływ dodatkowej wody. Wielkość tego dopływu reguluje ten sam robotnik, który obsługuje monitor.

Wlot do rurociągu zasłonięty jest kratą, na której zatrzymują się grubsze kawałki materiału podsadzkowego i różne zanieczyszczenia, jak korzenie, trawy itp. mogące spowodować zatkanie się ruro-

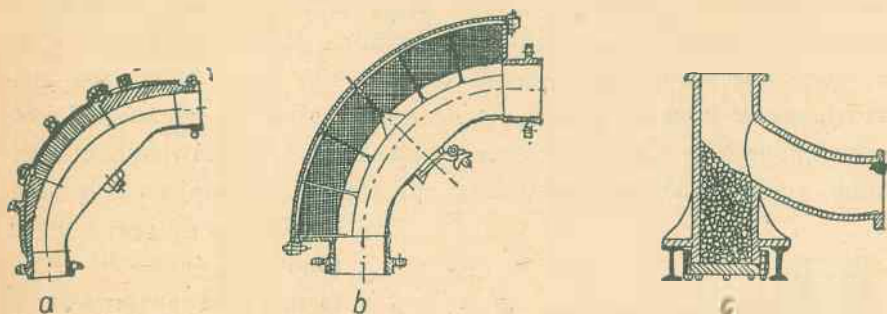
ciągu. Rurociąg od zbiornika biegnie do szybu i w nim dalej do odpowiedniego poziomu, po czym dalej do pokładów, które wydobywa się na podsadzkę. Aby nie dopuścić do zatkania się rurociągu, zanim zacznie się zmulanie piasku, należy rurociąg przepłukać w ciągu kilkunastu minut, po czym dopiero można puścić podsadzoną mieszaninę. Mieszaninę puszcza się najpierw rzadką i dopiero po chwili coraz gęstszą, aż do osiągnięcia w mieszaninie należytego stosunku piasku do wody. Po skończonym muleniu płukanie musi być powtó-



Rys. 37. Zmulanie piasku monitorem przedstawionym na rys. 36 w zbiorniku piasku pokazanym na rys. 34

rzne, aby rurociąg oczyścić z wszelkich pozostałości materiału podsadzkowego. Pozostawione w rurociągu resztki piasku mogłyby przy rozpoczynaniu następnego mulenia zatkać rurociąg. Czas płukania zależy od długości rurociągu, a przede wszystkim od długości odcinków poziomych lub, bardzo rzadko stosowanych, odcinków zabudowanych po wzniesieniu. Przeciętnie trzeba liczyć na jedno płukanie 10 — 15 minut. Jeżeli więc poszczególne czasy mulenia są zbyt krótkie, więcej czasu poświęca się na czynności dodatkowe niż na mulenie i samo mulenie przestaje być czynnością wydajną.

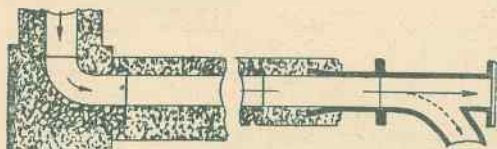
Rury do podsadzki plynnej, podobnie jak do podsadzki dmuchanej, są specjalnej konstrukcji. Dawniej używano rur o najrozmaitszej średnicy. Obecnie polskie górnictwo znormalizowało rury podsadzkowe, ograniczając średnicę wewnętrzną do 2 wymiarów: 150 mm i 185 mm oraz długość jednej rury do 4 m. Znormalizowanie tych wielkości ułatwia produkcję rur, budowanie z nich rurociągów podsadzkowych oraz ich utrzymanie. Poszczególne rury łączą się ze sobą za pomocą luźnych kołnierzy, nakładanych na rurę i 6 śrub. Między rury, na ich zetknięciu, daje się uszczelnienie w formie tekturowego krążka. Ponieważ koszt samych rur jak również ich zabudowy i wymiany jest bardzo wysoki, produkuje się rury podsadzkowe z wysokogatunkowej stali. Kolana i łuki, które specjalnie szybko wycierają się, są wykonane ze stali zawierającej do-



Rys. 38. Różne sposoby wykonania kolan do rurociągów podsadzkowych. Kolana muszą być na zewnętrznej stronie grubsze, aby nie przecierały się zbyt szybko

datek chromu i manganu oraz posiadają znacznie grubsze ścianki niż normalne rury. Rys. 38 a, b przedstawia 2 przekroje kolan z pogrubieniem ścianki. Rys. 38 c przedstawia kolano rurociągu podsadzkowego zrobione z rozgałęzienia. Jedno z ramion jest wypełnione żwirem, który zastępuje pogrubienie ścianki kolana. Ponieważ mieszanina podsadzkowa płynie dolną częścią rurociągu, przeto dolna część rur uległaby najprędzej przetarciu, podczas gdy reszta ściany byłaby jeszcze zdolna do użytku. Aby przedłużyć żywot rur, obraca się je co pewien czas o 90° lub 120° . Czas między jednym i drugim obrotem rury zależy od rodzaju materiału, z którego są

zrobione rury, rodzaju materiału podsadzkowego i gęstości samej mieszaniny podsadzkowej. Wycieranie się rur przy podsadzce dmuchanej następuje 2—3 razy szybciej niż przy podsadzce płynnej. Przy podsadzce płynnej wytarcie ścianki wewnątrz rurociągu o 1 mm następuje przy piasku z gliną po przepływie 20 000 do 40 000 m³, natomiast przy szlacie wielkopiecowej już po przepuszczeniu 5 000 m³. Chcąc rurę należycie wykorzystać, należy ją obracać 4 razy po 90°, zanim nastąpi przetarcie się ścianki. Aby przedłużyć żywot rurociągu, wykładano dawniej rury specjalnymi wkładkami z drzewa, twardej stali manganowej lub porcelany. Wkładki ze stali umocowywano w rurze przy pomocy śrub, wkładki porcelanowe cementem wlewanym między rurę i wkładkę. W niektórych polskich kopalniach używa się również wkładek odlewanych z bazaltu i zamocowanych w rurze cementem. Rury podsadzkowe z wkładkami mają naturalnie odpowiednio dużą średnicę, aby po włożeniu wkładki otrzymać normalną średnicę 150 lub 185 mm. Rurociągi podsadzkowe w kopalni układa się na spągu, albo też wiesza na ociosach chodników na specjalnych wieszakach. W głównych chodnikach, gdzie rurociąg leży kilka lat nie zmieniając miejsca położenia,



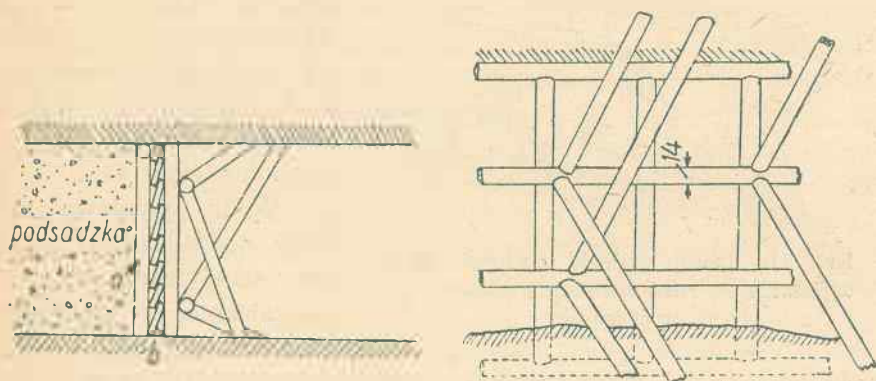
Rys. 29. Przekrój przez rurę betonową rurociągu podsadzkowego. Rury takie umieszcza się pod szybami i w głównych przekopach, gdzie mogą służyć dłuższy czas

używa się czasem rur betonowych (rys. 39). Rury te mają od spągu ściankę 2 razy grubszą niż od góry, aby wycieranie się rury nie szkodziło w przepływie podsadzki. Tego rodzaju rury betonowe wykonuje się z betonu, w skład którego jako kruszywa²⁷ użyto grubych

ziarn krzemienia, aby wycieranie się ścianek betonowych było nieznaczne.

By podsadzka płynna, spuszczone do kopalni, wypełniła wyrobisko, które ma być podsadzone, bez spływania do wyrobisk, których jeszcze nie można podsadzać, wykonuje się specjalne zamknięcia tych już niepotrzebnych wyrobisk. Zamknięcie takie ma formę szczelnego płotu i nosi nazwę „tamy podsadzkowej” lub „zawarcia”.

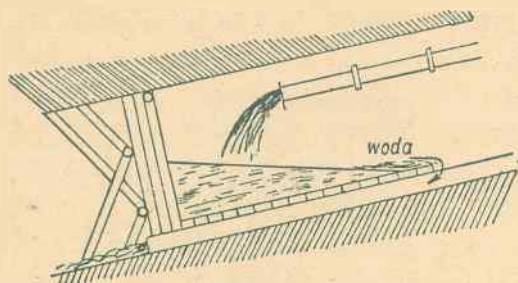
Zawarcie jest tak zbudowane, że pozwala na odpływ wody, ale zatrzymuje zmulony piasek. Tamy buduje się z desek, płótna jutowego, gęstej siatki drucianej. Najbardziej rozpowszechnione są tamy deskowe. Rys. 40 przedstawia widok i przekrój tamy deskowej. Tamy deskową buduje się w ten sposób, że do stojaków „a” stojących w odległości 1 m od siebie przybija się pionowo deski tak, że jedna zachodzi na drugą. Następnie wzmocnia się jeszcze tamę, aby się nie przewróciła, podciągami i rozporami, zamocowanymi do ociosów oraz stropu i spągu. W miarę podsadzania wyrobiska woda wypływa szczelinami między deskami, piasek zaś pozostaje za tamą. Jeśli ma-



Rys. 40. Przekrój i widok zewnętrzny tamy podsadzkowej, wykonanej z drewna

teriał podsadzkowy zawiera zbyt dużo gliny, ilów itp., szczeliny między deskami uszczelnia się sianem lub słomą. Po podsadzeniu i osuszeniu się podsadzki tamę można rozebrać i materiał z niej użyć powtórnie. Tamy płócienne buduje się w ten sposób, że do stojaków przybija się poziomo druty ze starych rozplecionych lin. Do tych drutów przywiązuje się płótno cienkim drutem żelaznym. Tamy płócienne są szczelniejsze dla piasków gliniastych niż deskowe. Dzięki temu woda z podsadzki odpływa czystsza. Poza tym tamy płócienne na ogół są tańsze niż deskowe, gdyż materiał z nich można użyć wielokrotnie do budowy tam, podczas gdy deski łupią się i niszczą szybko. Również wykonanie tam płóciennych jest szybsze, a więc tańsze. Tamy płócienne muszą być tak samo zabezpieczone przed przewróceniem się jak deskowe.

Ponieważ normalnie więcej wody wpływa za tamę, aniżeli w tym samym czasie może wypłynąć przez tamę, robimy w tamie specjalne urządzenie do odpuszczenia wody z podsadzki. W tamach wąskich, tj. 2 — 3 m szerokich, robi się szczelinę pionową, szeroką 20 — 30 cm, sięgającą aż do stropu, przez którą wypływa woda. W miarę podnoszenia się poziomu piasku za tamą, zasłania się szczelinę deskami odpowiedniej szerokości. Przy muleniu długich komór, pochyłń itp. zakłada się w zamulanych wyrobiskach drewnianą rynnę o wymiarze około 25 cm $\times$ 25 cm. W miarę podnoszenia się poziomu pod-



Rys. 41. Sposób mulenia pochylni. Wodę odpuszcza się rurą drewnianą pozostawioną w podsadźce

sadzki, rynnę zakrywa się deskami, które przybija się do rynny. Podnosząca się w miarę podsadzania woda spływa tą częścią rynny, która została już zamulona (rys. 41).

Woda wypływa zza tamy podsadzkowej mniej lub więcej zanieczyszczona, zależnie od materiału podsadzkowego i w zależ-

ności od tego, jak długo trzymano mieszaninę podsadzkową za tamą. Przy materiale podsadzkowym silnie zanieczyszczonym gliną, woda wypływająca zza tamy podsadzkowej może zawierać do 40% materiału zmulonego. Pompowanie takiej zanieczyszczonej wody niszczy szybko pompy. Dlatego wodę podsadzkową oczyszcza się w specjalnych podziemnych basenach, zwanych osadnikami. Osadniki są dwójakiego rodzaju: osadowe i przepływowe. W osadowych wodę zatrzymuje się tak długo, aż szlam, il, piasek opadną na dno i woda oczyści się. Przez osadniki przepływowe woda przepływa bardzo powoli, skutkiem czego następuje osadzanie się zanieczyszczeń. Kopalnie budują osadniki krótkotrwale i stałe. Osadniki krótkotrwale są to wyrobiska i komory wykonane w złożu minerału. Po wypełnieniu szlamem komorę opuszcza się i wodę skierowuje do następnego osadnika, z wczasu przygotowanego. Osadniki stałe — to szereg specjalnie przygotowanych komór, z których jedne są w użyciu, inne w rezerwie. Po napełnieniu szlamem jednych, oczyszcza się je, wodę zaś w tym czasie skierowuje do osadników zapasowych. Oczyszczanie osadników wypełnionych odbywa się ręcznie za pomocą łopat i wózków,

którymi się wywozi szlam, lub za pomocą specjalnych maszyn działających jak pompy. Kopalnie dobrze prowadzone stosują zazwyczaj obydwa systemy osadników: krótkotrwałe w pobliżu miejsc zamulanych i stałe w pobliżu szybu. Zapewnia to czystą wodę pod pompami.

W kopalniach soli zamiast wody używa się do podsadzki płynnej solanek. Skład chemiczny solanki musi być taki, aby nie rozpuszczała złoża, gdyż zamiast zabezpieczenia następowałoby tylko rujnowanie kopalni.

Podsadzka płynna została zastosowana w górnictwie po raz pierwszy w polskich kopalniach węgla. Polski górnik podniósł metody stosowania podsadzki płynnej na taki poziom, że dziś przyjeżdżają do Polski górnicy z zagranicy, by zapoznać się z tymi sposobami wydobywania węgla. Do rozwoju i postawienia na tak wysokim poziomie tych metod przyczynili się pracownicy całego naszego świata górniczego. Profesor Akademii Górniczej w Krakowie dr inż. W. Budryk — opracował teorię podsadzki płynnej, górnik P. Bryła — wynalazł nowy przełącznik do szybkiego kierowania podsadzki z jednego rurociągu do drugiego, inż. St. Cierpisz — sposób szybkiego łączenia rur podsadzkowych, technik Paweł Gwóźdź — sposób szybkiej budowy i przebudowy torów w piaskowniach, robotnik M. Ludwik zastosował parę do ogrzewania wagonów z piaskiem podsadzkowym, aby zapobiec przymarzaniu piasku, technik A. Pietras opracował nowy sposób połączeń rur podsadzkowych zabezpieczających uszczelnienia na złączach przed wybiciem, inż. M. Skup przyczynił się bardzo do rozwoju nowych sposobów wybierania węgla z zastosowaniem podsadzki płynnej.

Można by przytoczyć całe stronicie nazwisk ludzi, którzy przyczynili się do rozwoju podsadzki płynnej.

Opieka w Polsce Ludowej nad człowiekiem pracy i jego wysiłkiem w formie popierania wynalazczości i racjonalizacji wydaje bogate owoce, znajdujące swój wyraz w coraz silniejszym rozwoju społecznego górnictwa polskiego.

O B J A Ś N I E N I A

1. Eksploatacja, eksploatawać — wybieranie minerału użytecznego (węgla, rudy, soli itp.) ze złoża bez względu na techniczne sposoby.
2. Obudowa — zabezpieczenie wyrobisk górniczych przed skutkami nacisku górotworu lub również w celu ich uszczelnienia, a to za pomocą elementów z drewna, stali, cegieł, kamienia, betonu lub żelbetu.
3. Strop — warstwa skalna leżąca nad pokładem lub górna płaszczyzna wyrobiska.
4. Zawał — przewidziane lub nie przewidziane osunięcie się skał stropowych do wyrobiska.
5. Rabunek, rabowanie — wybieranie obudowy z wyrobisk górniczych już niepotrzebnych.
6. Spąg — warstwa skalna, na której spoczywa pokład lub dolna płaszczyzna wyrobiska.
7. Ocios — boczna ściana chodnika lub innego wyrobiska w kopalni.
8. Urobek — minerał uzyskany robotą górniczą.
9. Wyrobisko — przestrzeń wybrana robotą górniczą.
10. Płonna skała — skała nieużyteczna.
11. Zroby — wyrobiska, które zostają podsadzone lub zarabowane bądź też pozostawione swemu losowi; z czasem same rabują się i wtedy noszą nazwę starych zrobów.
12. Sortownia — zakład do rozdzielania urobionego minerału według wielkości ziarn.
13. Płuczka — urządzenie, w którym przez płukanie w wodzie lub innych cieczach oddziela się skały płonne od minerału użytecznego.
14. Pustka — miejsce po wybranym mineralu, jeszcze nie zawalone ani nie zapelnione.
15. Przodek — miejsce w kopalni, gdzie robotą górniczą wybiera się caliznę skały.
16. Łupliwość — zdolność dzielenia się skały według pewnych płaszczyzn.
17. Przekop — wyrobisko w kamieniu o wymiarach chodnika.
18. Przecznicza — wyrobisko w kamieniu celem połączenia złoża minerału z szybem.
19. Przebudowa — wymiana połamanej obudowy w wyrobiskach kopalnianych.
20. Zwały — skład na wolnym powietrzu kopaliny użytecznej, sypanej luźno, a nie do zbiorników.

21. *Calizna* — nie naruszona robotą górniczą część pokładu.
 22. *Ławica* — mocna, gruba warstwa skały równo i łatwo oddzielająca się od przylegającej skały.
 23. *Szłaka wielkopieczowa* — żużel drobnoziarnisty otrzymywany przy wytopie żeliwa w wielkich piecach. Z żużlu tego, do niedawna produktu prawie bezużytecznego, dzięki oszczędnemu sposobowi fabrykowania opracowanemu ostatnio przez inż. Adama Packa produkuje się obecnie płyty izolacyjne.
 24. *Zmiana (robocza)* — podział doby na trzy ośmiogodzinne okresy pracy.
 25. *Sprężarka* — maszyna ściskająca pobierane z otoczenia powietrza celem poruszenia nim maszyn i urządzeń górniczych.
 26. *Inwestycja* — stworzenie nowego lub powiększenie źródła produkcji.
 27. *Kruszywo* — kamień łamany używany przy wyrobie betonu.
-

T R E Ś Ć

	Strona
Powody podsadzania wyrobisk w kopalniach	1
Wiadomości ogólne o podsadźce	11
Podsadzka sucha	11
Podsadzka płynna	16
Wykonywanie podsadzki suchej	22
Podsadzka ręczna	22
Podsadzka dmuchana	30
Podsadzka miotana	35
Wykonanie podsadzki płynnej	37
„Objaśnienia	54

Cykl: Postęp techniczny w górnictwie obejmie szereg zeszytów, z których dotychczas ukazały się:

I. Mechanizacja wydobycia węgla

II. Podduszanie wyrobisk w kopalniach

Każdy zeszyt, mimo przynależności do określonego cyklu, stanowi odrębną jednostkę wydawniczą. Dlatego zeszyty będą się ukazywały — każdy osobno. Zapewni to Czytelnikom szybsze otrzymywanie poszczególnych publikacji.

Wydawnictwo „Wiedza Powszechna” radzi przechowywać starannie każdy zeszyt.

Umożliwi to Czytelnikom skompletowanie kolekcji tomów (cykli), co z kolei doprowadzi do utworzenia zasobnej biblioteki. Biblioteka ta, posiadając rzetelną wartość naukową, będzie przy tym — z uwagi na niską cenę zeszytów — mało kosztowna.

REDAKCJA „Wiedzy Powszechnej” mieści się w Warszawie, ul. Wiejska 14, tel. 401-80, wewn. 33.

SPRZEDAŻ hurtowa i detaliczna: wszystkie księgarnie i ekspozytury wojewódzkie P. P. W. „Dom Książki”. Zamówienia należy kierować do Ekspozytur Wojewódzkich „Domu Książki” na terenie swojego województwa.

Można także zapisać się na stałego odbiorcę (abonenta) przesyłając zgłoszenie do Ekspozytury Wojewódzkiej „Domu Książki” w Warszawie, ul. Foksal Nr 17, konto w PKO Nr I-4745/110.

Jezeli będą Czytelnikom potrzebne wyjaśnienia lub wskazówki dotyczące naszych broszur — prosimy pisać pod adresem: Wydawnictwo „Wiedza Powszechna”, Dział Odpowiedzi, Warszawa, ul. Wiejska 14, tel. 401-80, wewn. 32.

Chcemy być pomocni naszym Czytelnikom.

Prosimy o nadsyłanie uwag o poszczególnych zeszytach i o Wydawnictwie.

WYDAWNICTWO POPULARNO-NAUKOWE

„WIEDZA Powszechna”

JEST POTRZEBNE

UCZNIOM różnych szkół, zwłaszcza gimnazjów dla dorosłych, SŁUCHACZOM uniwersytetów robotniczych i ludowych, UCZESTNIKOM świetlic i kół samokształcenia, SAMOUKOM kształcącym się indywidualnie

POZA TYM „WIEDZA POWSZECHNA” MOŻE SŁUŻYĆ

CZYTELNIKOM posiadającym średnie wykształcenie, jako lektura o rzeczach zapomnianych, a przecież ważnych, ciekawych i potrzebnych, NAUCZYCIELOM wszystkich typów szkół, jako niezbędna lektura podręczna, STUDENTOM wyższych zakładów naukowych, jako lektura informacyjna zastępująca częściowo notatki

OSTATNIO UKAZAŁY SIĘ NASTĘPUJĄCE ZESZYTY:

- Archangielski B. A. — Droga do macierzyństwa, str. 27 + 1 nlb., ilustr. 11, cena zł 1,35
- Biegańska J. — Grzyby jadalne i trujące, str. 45 + 3 nlb., ilustr. 35, cena zł 1,80
- Chotilowska J. — Szczęśliwe dzieciństwo, str. 62 + 2 nlb., ilustr. 37, cena zł 3,—
- Jakimowicz I. — Józef Szermentowski, str. 35 + 1 nlb., ilustr. 16, cena zł 1,95
- Jarzyński A. — Węgiel kamienny, pochodzenie i zastosowanie, str. 56, ilustr. 20, cena zł 2,25
- Holewiński S. i Folfasiński M. — Otrzymywanie surówki żelaznej, str. 47 + 1 nlb., ilustr. 10, cena zł 1,35
- Ryszkiewicz A. — Jan Feliks Piwarski, str. 30 + 2 nlb., ilustr. 9, cena zł 1,35
- Rzepecki H. — Prefabrykacja w budownictwie, str. 50 + 2 nlb., ilustr. 44, cena zł 2,25
- Szmidtgal E. — Tłuszcze i ich otrzymywanie, str. 47 + 1 nlb., ilustr. 14, cena zł 2,40
- Szpor St. — Plorun, str. 31 + 1 nlb., ilustr. 10, cena zł 1,20
- Wittels A. — Murarstwo, str. 31 + 1 nlb., ilustr. 30, cena zł 1,35
- Zieliński J. — Chirurgia bez bólu, str. 34 + 2 nlb., ilustr. 12, cena zł 1,35
- UKAZAŁ SIĘ NOWY KATALOG WYDAWNICTW „WIEDZY POWSZECHNEJ”.
 ŻĄDAĆ WE WSZYSTKICH KSIĘGARNIACH „DOMU KSIĄŻKI”.

