

WIEDZA POWSZECHNA
WYDAWNICTWO POPULARNO-NAUKOWE

C Y K L : G Ó R N I C T W O
Z E S Z Y T S Z Ó S T Y

WSTRZĄSY I TĄPANIA W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO



N A P I S A Ł W I T O Ł D P A R Y S I E W I C Z

SPÓŁDZIELNIA WYDAWNICZO-OŚWIATOWA „CZYTELNIK”

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEZONE

REDAKTOR DZIAŁU WITOLD BUDRYK

Zamów. 1764/15.IX.50. F-1-39052 Nakład 10 200

Skład rozp. 18.IX.50. druk ukoncz. 7. XII. 50.

Drukarnia Nr 8 Spółdz. Wyd.-Ośw. „Czytelnik”, Wrocław

WSTRZĄSY I TĄPANIA W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO

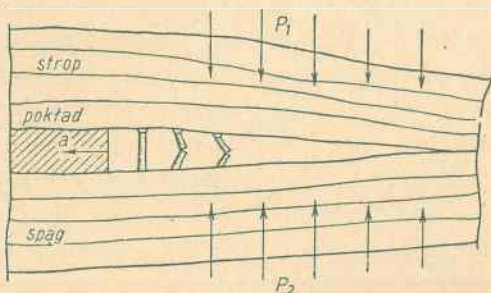
DLACZEGO WYSTĘPUJĄ TĄPANIA

Im większy rozwój górnictwa i im większy popyt na węgiel w całym świecie, tym prędzej następuje wyczerpanie zapasów położonych na mniejszych głębokościach pod powierzchnią ziemi — kopalnie stają się coraz głębsze, ciśnienia skał coraz większe.

Jeżeli skały otaczające pokłady węgla, a zwłaszcza skały stropowe, tj. leżące nad pokładem, zaliczyć można do skał plastycznych, uginających się pod olbrzymimi ciśnieniami, a takimi są w formacjach węglowych wszelkie łupki, to wtenczas zjawiska zawałów¹ i zaciskań² przebiegają spokojnie i dadzą się przeważnie przewidzieć.

Poza tym skały plastyczne pod działaniem olbrzymich ciśnień mają tendencję wypełniania sobą wszelkich pustek po wybranych pokładach, tzn. mniej lub więcej szczelnie je wypełniają, inaczej mówiąc — podsadzają (rys. 1).

Przez taką naturalną podsadzkę uzyskuje się podporę dla wyższych warstw, których ciężar, częściowo zrównoważony, nie przenosi się w całości na otaczające wyrobiska³ górnicze. Inaczej mówiąc mamy do czynienia z mniejszymi lub większymi, ale stałymi ciśnieniami górotworu⁴ na wyrobiska górnicze.

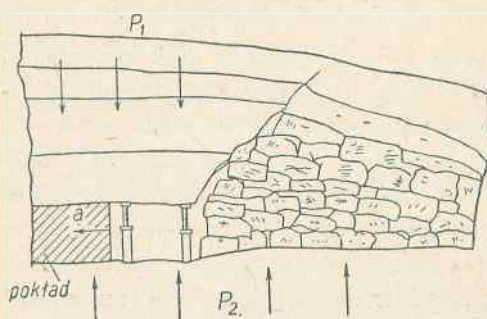


Rys. 1. Przykład samopodsadzania wyrobisk górniczych; a — kierunek wybierania węgla, P_1 — ciśnienie stropowe, P_2 — ciśnienie spągowe

* objaśnienia podane są na końcu zeszytu.

Jeżeli na większych głębokościach (powyżej 300 m) występują w nadkładach ⁵ skały plastyczne, to górnik, przez odpowiednią mocną obudowę ⁶ (budynek drewniany, mury ceglane i betonowe, żelazne pierścienie) i odpowiednio dobrany system odbudowy, czyli wybierania węgla, może panować nad ciśnieniami i prowadzić roboty górnicze bezpiecznie. Zawały częściowo odciążające ciśnienia górotworu przebiegają stale, a maksymalne ciśnienia są do przewidzenia w czasie i do opanowania (rys. 2).

Im dalej w głąb skorupy ziemskiej, tym naturalnie występować będą większe ciśnienia i stosować trzeba będzie bardziej wytrzymałe



Rys. 2. Przykład stałych zawałów z samopodsadzaniem; a — kierunek wybierania węgla, P_1 — ciśnienie stropowe, P_2 — ciśnienie spągowe

materiały do obudowy chodników, ścian i filarów. W każdym razie ciśnienia, choć bardzo duże, działać będą spokojnie bez nagłych wyładowań nagromadzonej energii.

Inaczej zachowują się mocne i sprężyste skały stropowe, jakimi są np. piaskowce, bardzo często występujące bezpośrednio nad pokładami węgla. Warstwy takie podebrane nawet na znacznych powierzchniach przez odbu-

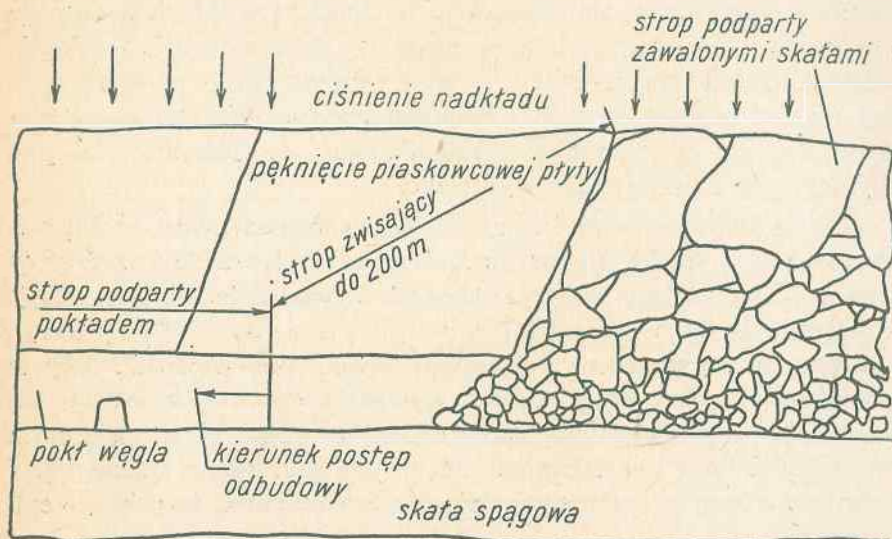
dowę górniczą nie załamują się. Mało doświadczeni górnicy uważają, że taki strop jest idealny do odbudowy, gdyż nie wymaga nawet mocnej obudowy, czyli podtrzymywania. Po obnażeniu jednak stropu na większej powierzchni, np. około 15 000 m², następuje groźny w swych skutkach zawał, połączony z silnym hukiem i pędem powietrza przewracającym częstokroć ludzi, a nawet załadowane urobkiem ⁷ wózki. Zawał taki częstokroć nie tylko obejmuje miejsca już wybrane i opuszczone przez ludzi, ale nawet czasem sięga do miejsc pracy. W ogóle możemy powiedzieć, że zawały mocnych skał stropowych są w skutkach prawie zawsze groźniejsze niż zawały skał słabych i plastycznych, np. łupku.

Postaramy się bliżej poznać zjawisko zawałów skał mocnych, aby potem przejść do opisu zawałów połączonych z wstrząsami i tąpnięciami. Przede wszystkim nie wszystkie mocne skały zawałają się z objawami wstrząsów i tąpnięć — natomiast tąpnięcia i wstrząsy wy-

stępują zawsze w otoczeniu mocnych skał i to przeważnie stropowych. Wstrząsy i tąpnięcia występują dopiero od pewnych głębokości (więcej niż 300 m), a więc dopiero przy pewnych ciśnieniach.

Wyobraźmy sobie zamrożoną rzekę. Na wiosnę woda przybiera i podnosi pokrywę lodową, która pęka. Chociaż w naszych warunkach płyta lodowa nie przekracza nigdy 1,5 m grubości, to jednak z odległości nawet 2 km słyszać huki i trzaski, a z bliskiej odległości odczuwa się wstrząsy i drgania towarzyszące pękaniu lodu.

Jakie olbrzymie wyladowania sił występują, kiedy pęka płyta piaskowca 20 — 100 m gruba, i to jeszcze obciążona kilkusetmetrową warstwą skał nadkładu (rys. 3)! Jakież zjawiska wystąpią na dole



Rys. 3. Przykład zawалу i pęknięcia mocnych skał stropowych

w kopalni, w chodnikach lub innych wyrobiskach górniczych podczas takiego pęknięcia mocnego piaskowca?

Pokład węgla zalega np. na głębokości 600 m pod ziemią, a nad nim płyta piaskowca. Jeżeli przyjmiemy jako ciężar właściwy skał nadległych⁸ 2,5, to — jak łatwo obliczyć — na 1 m² tej płyty będzie działać ciśnienie wynoszące:

$$600 \times 2,5 = 1\,500 \text{ ton} —$$

a na 15 000 m², przy której to powierzchni otwartej nastąpi na przykład załamanie płyty, siła $1\,500 \times 15\,000 = 22\,500\,000$ ton.

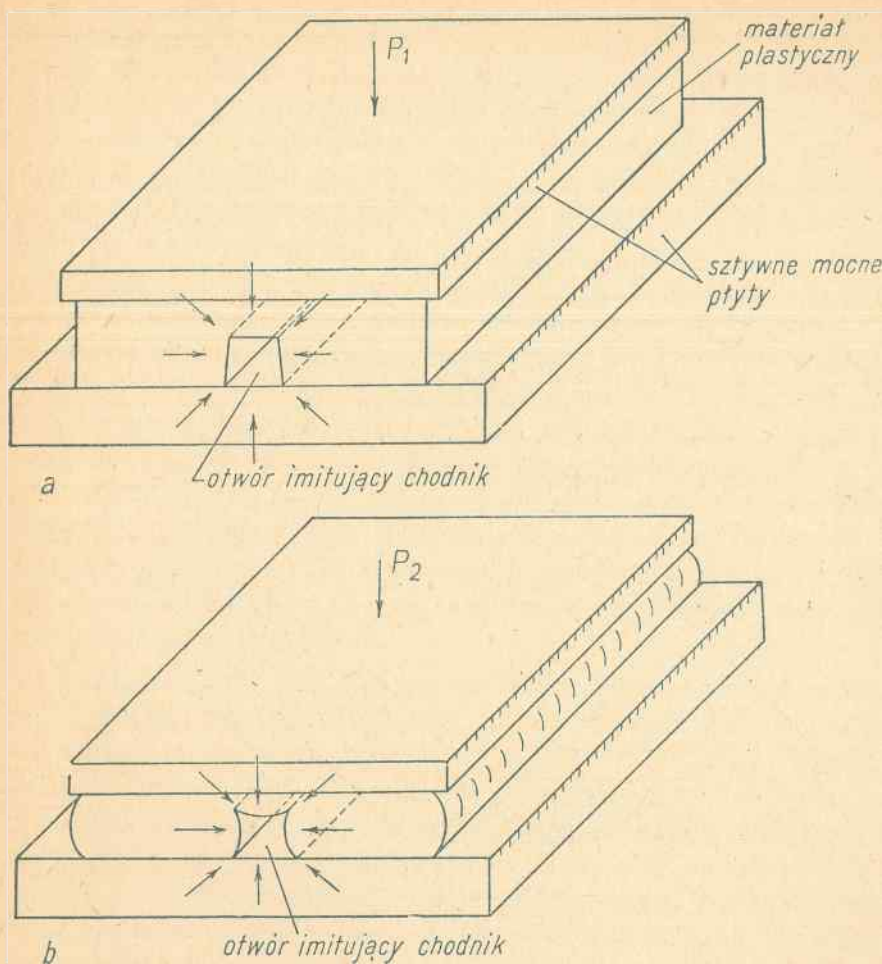
Pod warstwami mocnych i sztywnych piaskowców postępowała odbudowa pokładu węgla odsłaniając coraz większą powierzchnię stropu. Płyta piaskowca wiszącego nad wybraną pustką po pokładzie, której powierzchnia stale wzrasta, coraz bardziej naciska na otaczające nie wybrane partie pokładu.

Na otaczające wybraną pustką części pokładu oprócz ciśnienia spowodowanego ciężarem całego nadkładu działa jeszcze dodatkowe ciśnienie wywołane ciężarem płyty piaskowca i zalegającego nad nią górotworu. A więc na pokład działa pierwotne spotęgowane ciśnienie skał. Zauważyć to zjawisko można na dole w kopalni dzięki zwiększonemu ciśnieniu w chodnikach przygotówki⁹, pędzonych przed frontem posuwającej się odbudowy. W chodnikach takich występują zwiększone objawy wyciskania spągu¹⁰, odpryskiwania i pęknięcia ociosów¹¹, łamania budynku, a czasem nawet objaw posuwania się (płynięcia) ociosów do środka chodnika. W rezultacie można powiedzieć, że pod olbrzymim ciśnieniem skała, tak jak materiał plastyczny, stara się wypełnić wyrobisko.

Żeby łatwiej zrozumieć to zjawisko, wyobraźmy sobie kawał plasteliny, gliny, ciasta lub innego materiału plastycznego i wydrążmy w nim otwór mający imitować chodnik w pokładzie węgla (rys. 4). Następnie bryłę tę umieścimy między dwiema sztywnymi płytami i działajmy na nią coraz większymi siłami pionowymi P . Siły te przenoszą się przez sztywną płytę wywołując coraz większe ciśnienia w materiale plastycznym. Model chodnika ulega coraz większym zniekształceniom i zaciskaniom, aż po pewnym czasie i osiągnięciu pewnego ciśnienia zniknie zupełnie. Masa plastyczna wypełni go całkowicie.

Zależnie od stopnia sztywności skał następuje ich uplastycznienie pod działaniem coraz większych ciśnień. Im większe ciśnienia, tym sztywniejsze skały wykazywać będą właściwości skał plastycznych. Stwierdzić należy, że przy pewnych, bardzo wielkich ciśnieniach wszystkie skały, nawet najbardziej sztywne, wykazywać będą właściwości materiałów plastycznych.

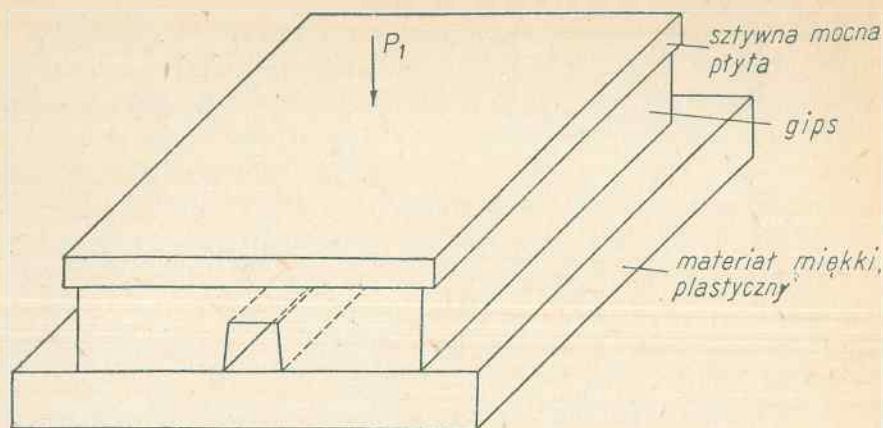
Wyobraźmy sobie inny model (rys. 5), np. płytę gipsu, w której wykrojony będzie otwór mający również imitować chodnik, ale tak, że spód tego chodnika (spąg) będzie spoczywał na podłożu plastycznym, np. plastelinie. Kiedy taki utwór poddamy zwiększającym się ciśnieniom, jak w poprzednim przykładzie przez sztywną płytę, np.



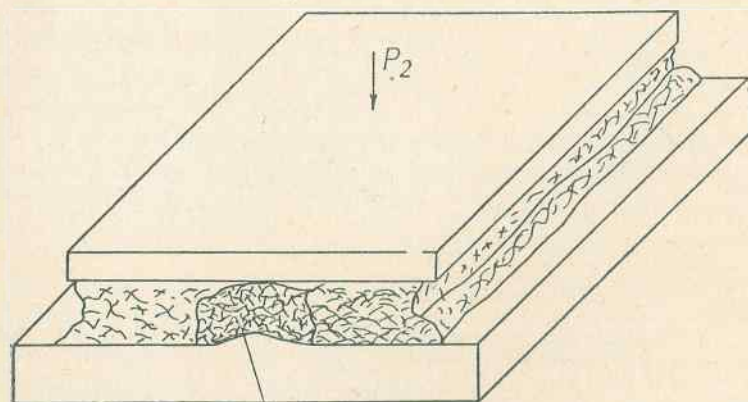
Rys. 4. a — model przy ciśnieniu P_1 , nie przekraczającym wytrzymałości materiału plastycznego, b — model przy ciśnieniu P_2 ; po przekroczeniu wytrzymałości materiału plastycznego

grubego szkła, to zobaczymy, że w pierwszej fazie plastyczny spąg podnosić się będzie do góry wypełniając od dołu imitowany chodnik; przy większych ciśnieniach nastąpią również odpryski i rozkruszenia gipsu usiłującego wypełnić imitowany chodnik.

Przykład ten bardziej zbliża nas do spotykanej w kopalniach węgla rzeczywistości. Płytą szkła będzie w naturze warstwa sztywnego i mocnego piaskowca, warstwą gipsu — pokład węgla (bar-



a *otwór imitujący chodnik*



b *zawalony i zaciśnięty otwór*

Rys. 5. a — model przy ciśnieniu P_1 , nie przekraczającym wytrzymałości ani gipsu, ani wytrzymałości materiałów plastycznych, b — model przy ciśnieniu P_2 , po przekroczeniu wytrzymałości kruchego gipsu i materiału plastycznego

dziej kruchy niż piaskowiec) i na koniec warstwą plasteliny — spągowe miękkie łupki.

W naturze, w zależności od stopnia działających ciśnień oraz od struktury nadkładu, pokładu i spągu, również od ich wzajemnego stosunku możliwości uplastycznienia się pod ciśnieniem występują najrozmaitsze przejawy skutków ciśnień — od spokojnego zaciskania aż do gwałtownych wyładowań o charakterze eksplozywnym ¹².

Są materiały, do nich należy również i węgiel, których próbki, w kształcie sześciątów, pod wielkimi ciśnieniami, przekraczającymi ich stopień wytrzymałości na ściskanie, rozpryskują się nagle (eksplozywnie) na wszystkie strony, często z wielką siłą. Podobnie również może się zachować pokład węgla, na który działają ciśnienia przekraczające często wielokrotnie jego wytrzymałość na ściskanie. Taki pokład może wyładować¹³ się tylko w kierunku otwartych wyrobiskami górniczymi pionowych płaszczyzn. Tymi płaszczyznami są płaszczyzny ociosów chodników, ścian lub filarów. Zdarza się, że w samym pokładzie znajdują się warstwy o większej lub mniejszej wytrzymałości na ściskanie, tzw. ławy. Naturalnie w ławach o mniejszej wytrzymałości objawy odrzutów ociosów będą występowały przy mniejszych ciśnieniach. Gdy ława mocna (o większej wytrzymałości) znajduje się w stropie wyrobiska górniczego, to często słabsze ociosy rozpryskują się pod ciśnieniem, a ława górna jeszcze mocno trzyma. Przy bardzo wielkich ciśnieniach, występujących nagle, bywa, że i stropowa mocna ława zostaje przerwana powodując zawał wyrobiska górniczego.

Powiedzieliśmy, że węgiel pod wielkimi ciśnieniami nagle rozpada się i kruszy. Na dole w kopalni oprócz olbrzymiego statycznego ciśnienia¹⁴, spowodowanego ciężarem górotworu, może wystąpić również dynamiczne¹⁵ uderzenie w pokład pękających piaskowców. Podobnie jak woda przechłodzona utrzymuje swój stan ciekły w temperaturze poniżej zera stopni, a potem nawet przy małym wstrząsie zamienia się w lód, tak też przypuszczalnie, węgiel pod ciśnieniami często przekraczającymi jego wytrzymałość na ściskanie nagle uderzony pękającym piaskowcem wyładowując nagromadzoną energię rozpada się w kierunku wyrobisk węglowych i zawała je. Hipotezę¹⁶ tę potwierdza fakt często spotykany, że po strzałach górniczych następują niejednokrotnie wstrząsy i tąpnięcia węgla. Im mniejszy przekrój wyrobisk, tym trudniej następuje rozpad węgla, gdyż wymaga większych ciśnień, ale też przebiega gwałtowniej.

Węgiel w pokładzie pod ciśnieniem jest jakby ogromną sprężyną, którą czasem stosunkowo mała siła może zwolnić powodując nagle wyładowanie całej energii w postaci tąpnięcia.

Dotychczas nie jest na pewno stwierdzona kolejność i bezpośrednia przyczyna występujących zjawisk, a mianowicie:

1. czy piaskowiec pękający nad wybranym pokładem i częściowo nad calizną¹⁷ uderza w nią i powoduje wyładowania nagromadzonej potencjalnej energii¹⁸,
2. czy też rozpad węgla następuje skutkiem coraz większego ciśnienia w pokładzie przez posuwającą się odbudowę górniczą i dopiero potem (a więc przy pewnym obniżeniu stropu) piaskowiec pęka.

W jednym i drugim wypadku następuje nagle zmniejszenie się ciśnienia i odprężenie pokładu. Odbudowa górnicza posuwa się jednak dalej, następuje znów zwiększenie się ciśnień i w rezultacie znów tąpnięcie. Mamy tutaj pewną periodyczność zjawiska, jednakowoż niezależną od czasu, ale tylko od ciśnienia w górotworze zależnego od wielkości otwartej powierzchni pod mocnym i sztywnym stropem. Przy szybko postępującym froncie odbudowy wyładowania następują częściej, przy wolniejszym — rzadziej. Po zatrzymaniu odbudowy tąpnięcia ustają. Po wznowieniu jej znów występują. Błędne jest mniemanie, że zatrzymanie na pewien czas robót górniczych chroni górnika od tępnięć.

Są pewne zjawiska towarzyszące tąpnięciom i wstrząsom, które przemawiają za obiema alternatywami kolejności zjawisk i skutków lub też za jedną z nich. Jakakolwiek byłaby kolejność tych zjawisk, przyczyną tępnięć i wstrząsów są wielkie ciśnienia, spowodowane głębokością zalegania złoża, oraz mocne warstwy nadkładu. Może mają również wpływ na tąpnięcia budowa spągu i struktura samego pokładu, ale w obecnym stanie naszej wiedzy górniczej nie można o tych możliwych wpływach nic pewnego powiedzieć.

Na tym miejscu wprowadzić musimy następujące określenia:

- a) tąpnięciem nazywamy gwałtowne wyładowania nagromadzonej energii w pokładzie lub w jego spągu, spowodowane ciśnieniem przekraczającym ich wytrzymałość,
- b) wstrząsem nazywamy zjawiska gwałtownego drgania większych partii górotworu, często występujące też na powierzchni a powodujące nieraz na dole w wyrobiskach tąpnięcia o rozmaitym natężeniu, skutkach i zasięgu.

Wstrząsy z reguły powodują nagle, gwałtowne zmiany ciśnień i naprężeń w górotworze, a co za tym idzie — tąpnięcia. Przy tąpnię-

ciach wyładowania połączone są z hukiem i trzaskiem, wstrząsy natomiast przebiegają bez specjalnych zjawisk dźwiękowych.

Ostatnio, w czerwcu 1949 r. zaobserwowano wstrząs o godz. 21.30 w pobliżu Katowic, który swoją siłą przewyższył wszystkie dotychczas notowane. Wstrząs skorupy ziemskiej był tak silny, że pękały w budynkach ściany i odpadał tynk z sufitów. W kilku mieszkaniach spadły obrazy ze ścian, a nawet otwierały się zamknięte drzwi. Poza tym nagle zaszumiały drzewa, ptaki porywały się do lotu, a z dachów spadały dachówki. Będąc wtedy w ogrodzie w pobliżu domu, usłyszałem szum powietrza w drzewach, trzask w budynku oraz odczułem wyraźnie silne drganie skorupy ziemskiej.

Niezmiernie ciekawym faktem jest, że na dole, w kopalni prowadzącej roboty górnicze, bezpośrednio pod miejscem zaobserwowanych na powierzchni zjawisk, nie odczuto ani wstrząsu, ani też tąpnięcia, chociaż kopalnia ta znana jest ze swych zwykle silnych wstrząsów i tąpnięć. Widocznie pękły i przesunęły się wyższe warstwy piaskowców, i to nie bezpośrednio nad czynnymi robotami górnictwami.

W ogóle w naszym centralnym okręgu węglowym, gdzie skupienie kopalń węgla jest największe i gdzie występują najgrubsze warstwy bardzo mocnych piaskowców — i to na znacznych głębokościach, zachodzą co pewien czas wstrząsy obejmujące swym zasięgiem do kilkunastu km², a nie zawsze powodujące na dole w kopalniach tąpnięcia i skutki w postaci zawałów wyrobisk górniczych. Liczyć się musimy, że im dalej posunie się eksploatacja pokładów głębszych, i to pod mocnymi warstwami, i im większa będzie powierzchnia wybrana, tym większemu zakłóceniu ulegnie pierwotna statyczna równowaga ¹⁹ górotworu. W rezultacie doprowadzić to może do wstrząsów, których natężenie przybrać może poważne rozmiary tak na powierzchni jak i na dole. Wniosek ten popiera fakt, że w okresie kilkunastoletnim obserwowane wstrząsy stale przybierają na sile. Całe nasze zagłębie węglowe znajduje się pod wpływem sił karpaccich działających od południa, a dodać musimy, że ruchy karpaccie nie zostały dotychczas zakończone.

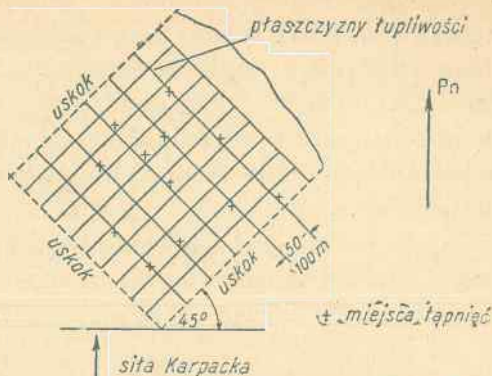
Górotwór Zagłębia Śląsko-Dąbrowskiego pod naporem karpackim i sił wytworzonych skutkiem wybrania pokładów dąży do wypełnienia pustych przestrzeni powstałych na skutek wybrania pokładów węgla i przywrócenia w ten sposób naruszonej równowagi. Wprowadzenie podsadzki płynnej w większości kopalń jest środkiem czę-

ściowego wyrównania coraz większych naprężeń w górotworze o naruszonej równowadze. Gdyby w Zagłębiu Śląsko-Dąbrowskim nie występowały skały mocne (piaskowce), ale tylko miękkie i elastyczne (łupki), ruchy wyrównawcze całego górotworu przebiegałyby spokojnie i stale, bez zaburzeń objawiających się wstrząsami. Jednakowoż sztywne, mocne i sprężyste warstwy piaskowców, stawiające niezwykle wielkie opory działającym siłom, ulegając im pękają i przesuwając się gwałtownie powodują drgania występujące na powierzchni i na dole jako wstrząsy i częstokroć, wskutek nagłych zwiększonych ciśnień w pokładach węgla — jako tąpnięcia.

Na podstawie wyżej podanych wywodów i przykładów stwierdzić musimy, że:

1. górotwór dąży do odzyskania równowagi naruszonej odbudową górniczą, co objawia się jego ruchem;
2. w zależności od charakteru skał ruchy te mogą przebiegać spokojnie lub gwałtownie;
3. skały sztywne, mocne i sprężyste sprzyjają ruchom gwałtownym i periodycznym;
4. skały słabe i plastyczne sprzyjają ruchom spokojnym i ciągłym;
5. wstrząsy i tąpnięcia są skutkiem naprężeń i ruchów w skałach sztywnych, mocnych i sprężystych;
6. występujące wstrząsy mogą obejmować całe węglowe Zagłębie Śląsko-Dąbrowskie, gdy tymczasem tąpnięcia mają charakter lokalnych wyładowań w poszczególnych partiach lub punktach w niektórych będących w odbudowie pokładach węgla;
7. skutki występujących na powierzchni wstrząsów nie zagrażają dotychczas mieszkańcom miast i osiedli;
8. skutki występujących na dole w kopalni tąpnięć pociągają częstokroć w wyniku zawałów ofiary w ludziach;
9. wstrząs nie mający następstw na powierzchni powoduje częstokroć na dole w kopalni tąpnięcia przynoszące straty w substancji węglowej, zawałonych lub odciętych materiałach i urządzeniach górniczych;
10. tąpnięcia w pokładach występują przy osiągnięciu dość znacznych ciśnień na pewnych głębokościach w otoczeniu mocnych, sztywnych i sprężystych skał.

Zauważono, że tąpnięcia występują często wzdłuż pewnych linii równoległych do siebie. Linie te są zgodne z kierunkami najmniejszej wytrzymałości skał, a tymi kierunkami są powierzchnie łupliwości, czyli kłważu. W naszym Zagłębiu Śląsko-Dąbrowskim siłami tektonicznymi²⁰, które wytworzyły powierzchnie łupliwości, były siły karpackie, działające z południa na północ, i to były kierunki maksymalnych naprężeń normalnych. Można udowodnić, że największe naprężenia styczne, powodujące przekroczenie granicy wytrzymałości ciała, i względne przesunięcia cząstek występują pod kątem 45° do siły głównej.



Rys. 6. Występowanie tąpnięć wzdłuż kierunków łupliwości

Płaszczyzny względnych przesunięć (poślizgu) cząstek względem siebie tworzą parzyste systemy płaszczyzn prostopadłych do siebie (rys. 6). Płaszczyzny te nazywamy płaszczyznami łupliwości. Jeden z dwóch parzystych i prostopadłych do siebie kierunków łupliwości występuje zawsze wyraźniej i ten nosi nazwę głównego kierunku łupliwości.

Naturalnie, przy tworzeniu się uskoków²¹ oraz załamaniu skał nad robotami górniczymi w pierwszym rzędzie wykorzystane są kierunki najmniejszej wytrzymałości skał, a tymi są kierunki łupliwości. Tąpnięcia zwykle też występują wzdłuż tych kierunków. Zauważyć również można, że i kierunki większości uskoków naszego zagłębia przebiegają zgodnie z kierunkami łupliwości.

JAK WYSTĘPUJĄ TĄPNANIA

Poznaliśmy ogólnie przyczynę powstawania zjawisk w górotworze, które nazwaliśmy wstrząsami i tąpnięciami. Dla lepszego zrozumienia tych zjawisk opiszemy je bardziej szczegółowo. Na tym miejscu zajmijmy się pokładami, w których występują wspomniane zjawiska.

Jednym z nich jest pokład grupy rudzkiej o porządkowym numerze 416, który zalega na głębokości 500 do 650 m na jednej z kopalń węglowego Zagłębia Śląskiego. Miąższość (grubość) jego wynosi 4,50 do 5,20 m przy upadzie $22^{\circ} 4' - 6^{\circ}$ z północy na południe. Pokład ten posiada węgiel gazowo-płomienny o wartości opałowej dochodzącej do 7 200 kalorii. Budowa zwięzła o dużej wytrzymałości na ściskanie.

Cały pokład podzielić można na trzy zasadnicze warstwy poziome z dwoma mocnymi ławami, zgodnymi zresztą z płaszczyznami uławicenia ²³. Licząc od spodu, pierwsza ława, zwana chodnikową,

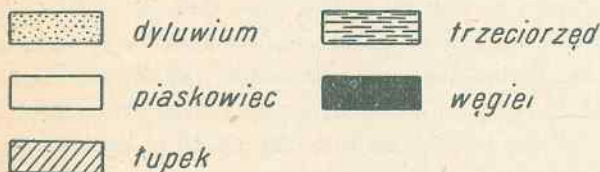
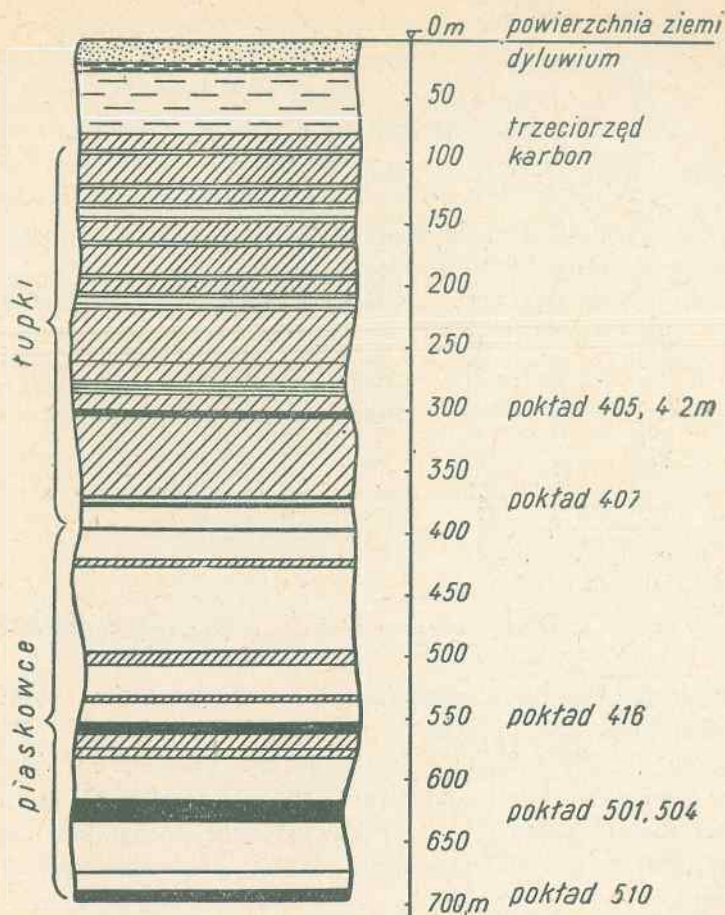


Rys. 7. Pokład 416

zwykle nadzwyczaj mocna, posiada grubość około 70 cm i położona jest 3,5 m nad spągkiem; pod nią pędzi się najczęściej chodniki. Druga — przeważnie mocna, zwana filarową, położona jest na wysokości 4,20 do 4,5 m. Odbudowę pokładu prowadzi się pod nią lub pod mocnymi piaskowcami leżącymi bezpośrednio nad pokładem (rys. 7).

Nad pokładem, od powierzchni do poziomu około 380 m, występuje dużo pokładów węgla, i to przeważnie w otoczeniu łupków. Poniżej zaczynają się grube, dochodzące do 50 m warstwy niezwykle mocnych i sprężystych piaskowców o łącznej miąższości około 150 m. Pod ostatnią 25-metrową warstwą zalega opisany pokład 416. W spodku ²⁴ jego znajdują się warstwy 10 — 20 m miąższości mocnych piaszczystych łupków (rys. 8).

W pokładzie 416 stosowano rozmaite systemy odbudowy w celu uniknięcia tąpnięć. Opiszemy jeden z nich, gdzie tąpnięcia następowały ze specjalnym nasileniem (rys. 9). Na rysunku tym uwidoczniiony jest plan odbudowy pola górniczego. Roboty przygotowawcze polegają na wybiciu chodnika przewozowego podstawowego po rozciągłości pokładu w jego spodku i dowieżni ²⁵ w odstępach 30-metrowych po wznosie ²⁶ wynoszącym $4 - 6^{\circ}$. Z dowieżni zaczynano pędzić na wschód zabierki 6 m szerokie, aż odbudowa doszła do stanu wskazanego na rysunku. Wtenczas nastąpiło bardzo silne tąpnię-

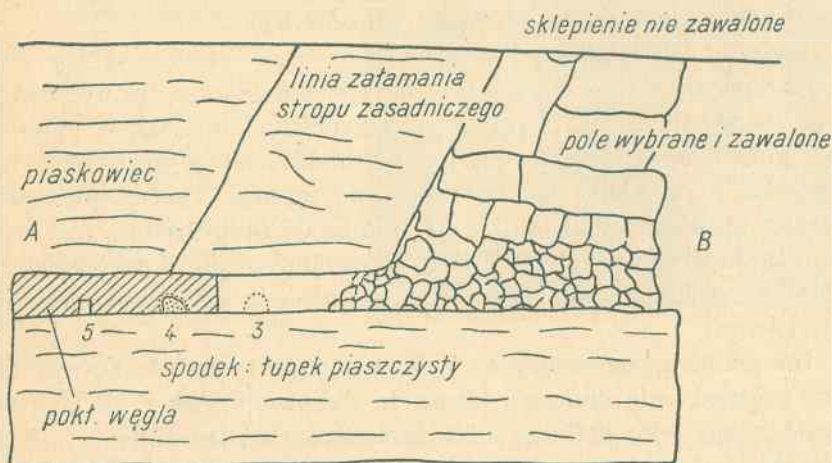


Rys. 8. Przekrój warstw geologicznych

cie, które zawaliło zupełnie na przestrzeni około 30 m powierzchni 3 i 4. Jak widzimy, zawaly nastąpiły w pewnej odległości od właściwego frontu odbudowy. W pokładzie 416 najsilniejsze wyładowanie

mocnej i sprężystej warstwy działa jak dodatkowe martwe obciążenie. Cienkie warstwy łupku w stropie pokładu nie stanowią bynajmniej amortyzatora²⁹ tłumiącego uderzenia piaskowca. Na rys. 10 widzimy przekrój pionowy pola odbudowy wzdłuż linii A — B z zawałoną wskutek tąpnięcia dachownicą 4, nad którą przebiega linia pęknięcia piaskowca.

Na pokład, wzdłuż linii normalnych zawałów³⁰, działają nie tylko siły spowodowane ciężarem nadkładu, ale też i ciężar sklepienia nie wypełnionego (podsadzonego) dość szczelnie zawałonymi ze stropu skałami. Wskutek tego ciśnienie na brzeźną partię calizny było tak wielkie, że węgiel osłabiony przez dachownicę 4 poddał się i — albo piaskowiec pękając wzdłuż linii załamania stropu i uderza-



Rys. 10. Przekrój pionowy pola odbudowy do rys. 9

jąc w pokład spowodował tąpnięcie, albo pokład przez tąpnięcie i obniżenie się spowodował pęknięcie piaskowca i również, co za tym idzie, jego obniżenie. Jest to typowy przykład możliwości zastosowania dwóch wyżej opisanych alternatyw: czy najpierw pęka piaskowiec, a potem następuje tąpnięcie, czy też odwrotnie. Z powodu (prawie) równoczesności zjawisk stwierdzenie, która z alternatyw jest prawdziwa wydaje się bardzo trudne. Bardzo możliwe, że kolejność zjawisk występuje różnie, zależnie od lokalnych warunków.

Na potwierdzenie, że w każdym razie piaskowiec pęka, i to nad calizną, przytoczymy fakt z praktyki. Zdarzyło się, że pędząc zabier-

kę po silnym wstrząsie i tąpnięciu w stronę starych zrobów³¹ natrafiono na uskok zrzucający wysokości 0,5 m, i to tylko w stropie, którego na pewno przed wyładowaniem nie było. Uskok ten przebiegał zgodnie z kierunkiem łupliwości i świadczył niezbicie o pęknięciu piaskowca. Chociażby nawet początek pęknięcia był nad zawalonymi partiami, to przecież piaskowiec, jako skała sprężysta i sztywna, pękł naraz wzdłuż bardzo długiej linii, która sięgała nad caliznę. Podobnie pękłaby szyba szklana.

Opisując te groźne i gwałtownie przebiegające zjawiska nie można pominąć tak zwanych przeze mnie „refleksów wstrząsów“. Otóż podczas wielkich wstrząsów obserwowano, w odległości czasem kilkuset metrów od centrum, uderzenia nagłe, zawały w chodnikach lub dowierzchniach na krótkich przestrzeniach z wyraźnymi objawami wyciskania spodka, uderzeń ociosów itp.

Podczas olbrzymiego wstrząsu dnia 13 V 1939 r., który objął swym zasięgiem znaczną część terenu polskiego zagłębia węglowego, zawaliły się na zasadzie refleksów wyrobiska nie tylko w opisywanym pokładzie 416, ale też i w pokładzie 407, zalegającym około 150 powyżej, gdzie nigdy nie obserwowano tąpnięć (patrz przekrój). Miejsce tąpnięcia w pokładzie 407 nie leżało bezpośrednio nad miejscem tąpnięcia w pokładzie 416. Wstrząs ten wystąpił na powierzchni jako trzęsienie ziemi połączone z pęknięciem kilku budynków itp. zjawiskami.

Im grubsze, sztywniejsze i bardziej sprężyste piaskowce, tym rysy pęknięć będą dłuższe i tąpnięcia wskutek drgań w skałach wystąpić mogą jako refleksy niejednokrotnie bardzo silne i w dużej odległości od centrum wstrząsów. Wiemy z mechaniki³², że w materiałach sprężystych rozchodzą się drgania, i to im materiał jest bardziej sprężysty, tym przewodnictwo drgań jest lepsze i ma większy zasięg. Jeżeli z centrum drgań rozejdą się fale, to w pewnych warunkach mogą one ulec w skałach odbiciom i załamaniom, jak np. wzdłuż uskoków, ugięć i pęknięć. Mogą też ulegać ugięciom przy zmianie strukturalnej właściwości skał³³. Gdy fale te odbite, załamane lub ugięte przetną się w jakimś punkcie przy zgodnej amplitudzie drgań³⁴, mogą wywołać nawet potężne zjawisko tąpnięcia. Tym należy tłumaczyć zjawisko refleksów tąpnięć.

Należy również bardziej dokładnie zilustrować szereg zjawisk i ich skutków towarzyszących tąpnięciom w samych dowierzchniach, chodnikach i zabierkach.

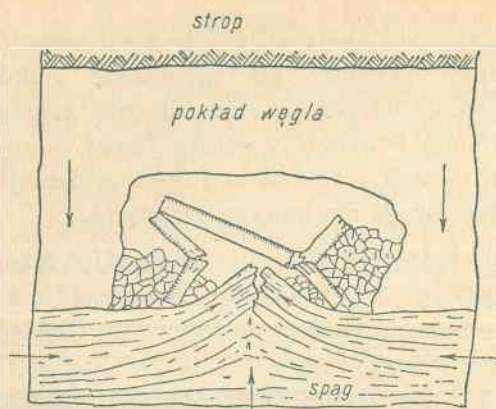
Skutki tąpnięcia w pokładzie charakteryzuje ich gwałtowność i natychmiastowość. W ułamku sekundy po ogromnym huku i wstrząsie następuje eksplozywny odrzut ociosów, bardzo często nagłe wyciśnięcie spągu, załamanie budynku, a często zawał całkowity lub częściowy. Po ogniu, gazach i wodzie najniebezpieczniejszym żywiołem, gdyż tak należałoby je nazwać, są tąpnięcia.

Jak wyglądają wyrobiska po tąpnięciu, ilustruje kilka zdjęć fotograficznych wykonanych bezpośrednio po katastrofie. Na rys. 11 mamy obraz dowierzchni z połamaniem budynku po tąpnięciu. Głębiej na zdjęciu po wznosie, widzimy kompletny zawał skutkiem całkowitego wybięcia budynku przez prawy (wschodni), z ogromną siłą odrzucony ocios węglowy. W tym wypadku odbudowa postępowała ze wschodu na zachód. Podczas przebudowy tej dowierzchni zauważono, że i bardzo mocna ława chodnikowa została załamana, spodek wyciśnięty, a właściwie zjeżony daszkowo w wielkich płytach.



Rys. 11. Dowierzchnia po tąpnięciu

Na tym miejscu należałoby omówić zachowanie się spodka podczas tąpnięć. Otóż zauważono, że tąpnięcia występują po większej części w pokładach węgla o twardym, grubo uławiconym, łupkowo-piaskowcowym spodku. Spodek taki jest elementem³⁵ również sztywnym i sprężystym, choć w znacznie mniejszym stopniu niż piaskowiec w stropie. Przy spągu miękkim, zbudowanym z słabych plastycznych łuków, tąpnięcia nie występują prawie nigdy. Sztywne łupki stawiają duży opór cisnącemu pokładowi węgla i nie mają tendencji do przesuwania się w kierunkach wolnych przestrzeni, jakimi są wyrobiska górnicze. Podczas silnych tąpnięć zauważono, że mocny i silny spodek w jednej chwili zostaje wyciśnięty w chodniku w wielkich płytach (rys. 12), czasem na wysokość do 2 m ponad dawny poziom. Zdarzają się tak nagłe i silne wyciśnięcia, że płyty spągowego łupku zajmują prawie pionowe położenie w chodni-



Rys. 12. Wyciskanie spągu twardego, i sztywnego

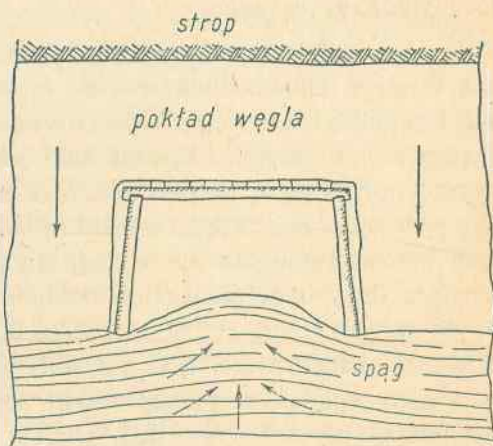
światlnych podczas tąpnięcia. Na pewno twierdzić nie można czy są to zjawiska cieplne, czy elektryczne. Występowanie jednych lub drugich może mieć swoje uzasadnienie. W każdym razie możemy powiedzieć, że zjawiska te wywołuje tarcie przesuwanych skał.

Wróćmy do zachowania się spodka podczas tąpnięcia. Górnicy mówią, że „spodek bije“. Dlaczego tak się dzieje? Jeżeli pokład węgla leży na skałach miękkich, to przy wzrastających ciśnieniach, spowodowanych odbudową górnictwem, spodek poddający się i plastyczny wypełnia stopniowo od dołu chodnik i mówi się wtedy, że „spąg wyciska“ (rys. 13).

Są pokłady węgla, gdzie należy stale prowadzić pobieranie spągu, aby utrzymać niezbędny przekrój chodnika dla przejścia ludzi, przewozu i wentylacji. Suma wysokości niejednokrotnie pobieranego spodka przenosi często wysokość chodnika. Oznacza to, że chodnik po pewnym czasie, gdyby nie był pobierany, wypełniłby się całkowicie wyciskanim miękkim łupkiem.

ku. Zjawisko to przebiega równoległe z odrzutami ociosów węglowych z ogromnym hukiem, a nawet z efektami³⁶ świetlnymi.

Z opowiadań wielu osób, które w chwili tąpnięć były w ich bezpośrednim pobliżu, wynika, że podczas dużych wstrząsów występują zjawiska świetlne. Górnicy mówią: „Na powierzchni sypało ogniem“. Sam byłem świadkiem wystąpienia zjawisk



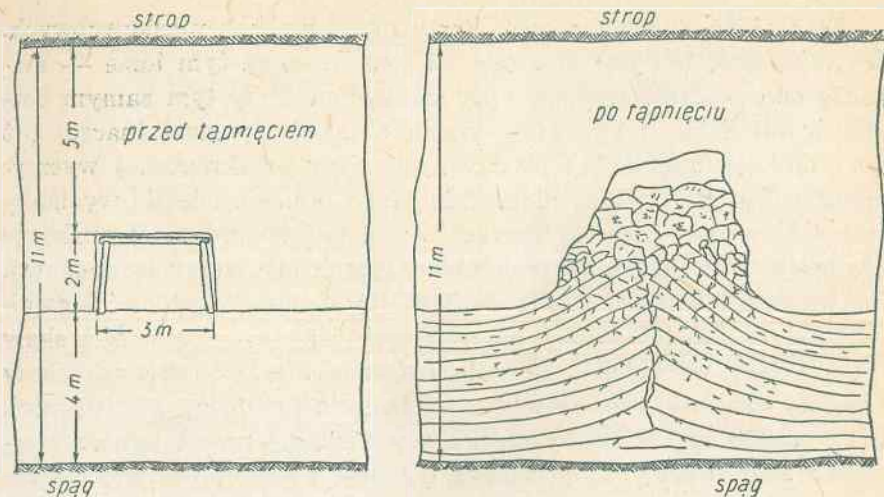
Rys. 13. Wyciskanie spągu miękkiego, plastycznego

Inaczej jest przy mocnych i sztywnych łupkach piaskowcowych. Wytrzymałość ich jest znacznie większa, a co za tym idzie — stawiają one znacznie większy opór ciśnieniom. Przy tym samym rozkładzie sił działających efekt ruchu objawić się musi inaczej niż przy łupkach miękkich i plastycznych. Przy przekroczonej wytrzymałości następuje nagle odprężenie skały, objawiające się wyciśnięciem sztywnych płyt do pewnej wysokości chodnika. Wyciskanie następuje w wielkich płytach układających się w formę dachową. Im większe ciśnienia, tym boki bardziej strome. Wysokość i gwałtowność wyciśnięcia zależy od wielkości ciśnienia, sztywności skały i szerokości wyrobiska. Im większe ciśnienie, sztywniejsze skały i węższy chodnik, tym zjawisko wyciśnięcia przebiega gwałtowniej. Przy bardzo szerokich wyrobiskach wyciskanie nawet bardzo sztywnych skał spągowych przebiega łagodnie i stopniowo, chociaż zawsze w wielkich płytach. Wyobraźmy sobie chodnik upędzony po mocnym i sztywnym spągu. W miarę zbliżania się frontu odbudowy ciśnienie w górotworze naokoło chodnika stale wzrasta. Gruba płyta nie uginającego się piaskowca ciśnie coraz mocniej. Następuje moment, kiedy wytrzymałość skały jest przekroczona, równowaga układu sił wewnętrznych zachwiana. Węgiel rozpręża się gwałtownie (eksplozywnie) we wszystkich kierunkach. Efekt wyładowania nie może wystąpić ani w kierunku calizny, ani też w kierunku sztywnego piaskowca. Odprężenie następuje w kierunku wyrobiska, pod postacią odrzutów ociosów, i w kierunku spodka. Spodek uderzony z góry rozprężającym się węglem gwałtownie wypełnia wyrobisko w sposób już opisany.

Są zdania, że odprężenie następuje naprzód w spodku, który wyciskany i przesuwany w kierunku chodnika porywa ociosy węglowe dając to samo zjawisko odrzutów ociosów. Obie alternatywy mogą być słuszne i obie mogą występować w naturze.

Zdarzają się podczas łąpania silne odrzuty ociosów bez specjalnych wyciśnień w spodku. Bywa też, że spodek zostaje nagle wyciśnięty i zjeżony, chociaż nie nastąpił odrzut ociosów. Zależy to przede wszystkim od wzajemnego stosunku wytrzymałości obu skał: pokładu i spągu. Zależy też od wysokości i szerokości wyrobiska, uławicenia pokładu i spodka, wilgotności i jeszcze wielu innych czynników, których tu nie wymienię.

Bywały stare chodniki, gdzie z biegiem czasu spodek powoli, ale znacznie został wyciśnięty. Do takich chodników zbliżała się odbu-



Rys. 14. Chodnik w węglu przed i po łąpaniu

dowa. Następowало potężne w swych skutkach łąpanie z odrzutem ociosów i kompletnym zawaleniem starego, osłabionego stropu, chociaż spodek więcej już nie został wyciśnięty. łąpanie nastąpiło w pokładzie. W środku pokładu węgla o miąższości 11 m pędzony był chodnik, którego spodek stanowiła dolna czterometrowa zwięzła ława węgla. Nastąpiło łąpanie, którego rezultatem było zupełne zawalenie stropu, odrzut ociosów i wyciśnięcie spodku. Spodek zjechał się w nieforemnych, prawie pionowych płytach węglowych (rys. 14).



Rys. 15. Dowierzchnia po łąpaniu z wybitym budynkiem

Na rysunku 15 widzimy zdjęcie powierzchni, po słabym łąpaniu, na głębokości ponad 600 m. Charakterystyczne jest wybitcie budynku prawego (wschodniego ociosu) przez węgiel odrzucony z ociosów. Jak widać, ława stropowa nie została przerwana. Należy zwrócić uwagę, że węgiel skruszony został na wielkie bryły. Bywały łąpania,

którym towarzyszył znacznie większy stopień rozkruszenia. Stopień rozkruszenia zależy od struktury pokładu i od gwałtowności wyładowania.

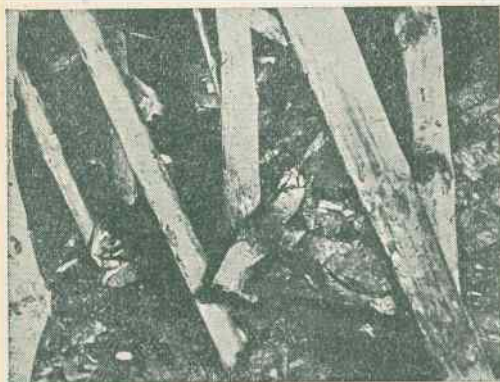
Rysunek 16 przedstawia zdjęcie dowierzchni, gdzie uderzenie w spodku rozłupało stojak ³⁷ (zaznaczony wbiją siekierą). Tąpnięcie jednak nie przerwało ławy chodnikowej ³⁸. W głębi widać, jak mocne uderzenie piaskowca połamało stropnice ³⁹.



Rys. 16. Połamany budynek wskutek tąpnięcia

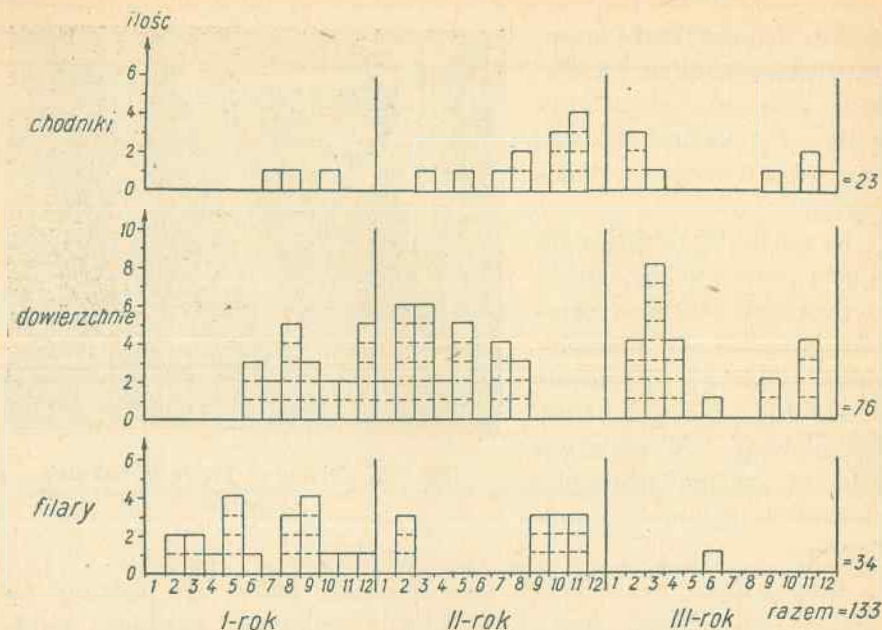
Inne zdjęcie przedstawia nam chodnik, który był pędzony po rozciągłości pokładu (rys. 17). Zdjęcie wykonane zostało z miejsca, do którego można było dojść; dalej chodnik zasypany był całkowicie węglem odrzuconym z całą siłą z górnego ociosu.

Na podstawie obserwacji wielu górników utarło się twierdzenie, że tąpnięcia występują częściej w wyrobiskach po wznosie niż w wyrobiskach po rozciągłości ⁴⁰ w pokładzie. Twierdzenie to jest błędne. W systemie filarowym poprzecznym więcej jest dowierzchni i dlatego na nich notowano więcej tąpnięć. Przeciwnie jest w daw-



Rys. 17. Chodnik po tąpnięciu

niej stosowanym systemie filarowym podłużnym, gdzie występowały tąpnięcia siłą rzeczy na chodnikach odbudowy, rzadziej na dowierzchniach, których liczba była stosunkowo mała. Na wykresie umieszczonym na str. 22 (rys. 18) mamy obraz ilości tąpnięć występujących w systemie filarowym poprzecznym ⁴¹ w okresie trzech lat — w po-



Rys. 18. Wykres ilustrujący ilość tępnięć miesięcznie za okres trzech lat na chodnikach, dowerzchniach i filarach

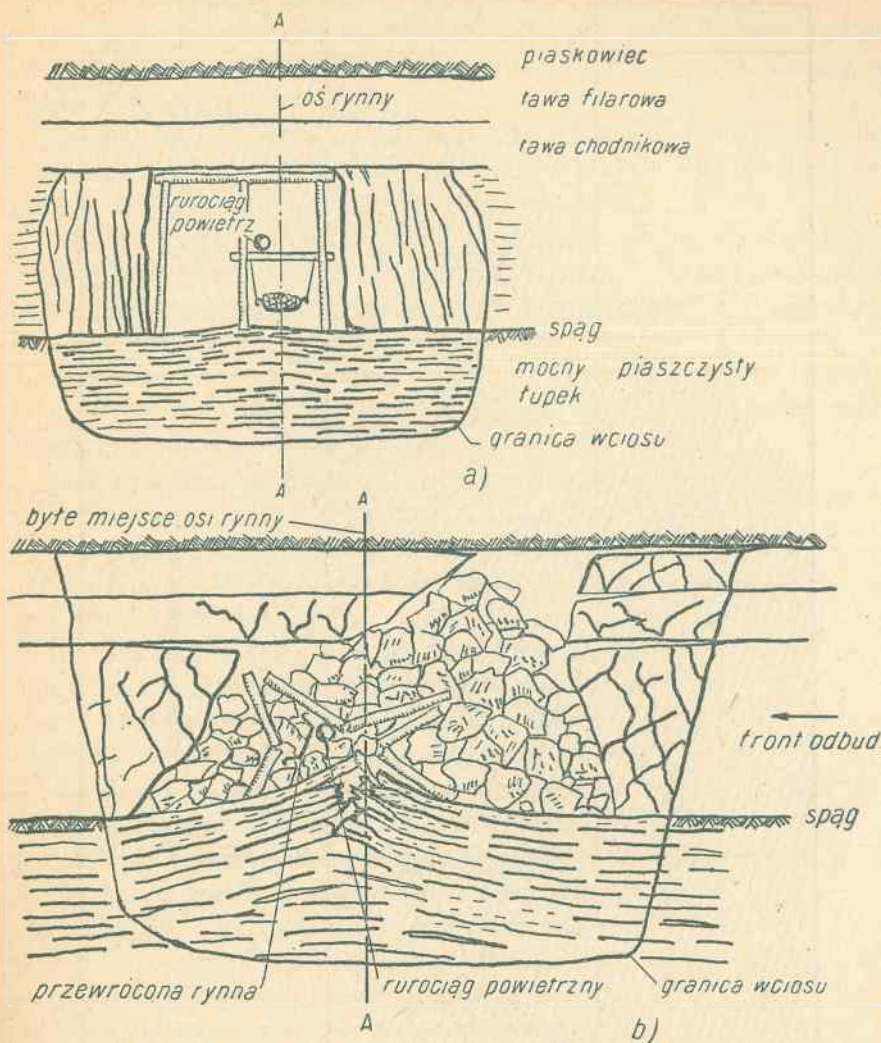
kładzie wybitnie tąpniącym na jednej z kopalń naszego zagłębia. Najmniejszą ilość tępnięć zaobserwowano w chodnikach (23), następnie filarach (34), a najwięcej na dowerzchniach (76). Razem 133 tąpnięcia w okresie trzech lat, czyli około 4 na miesiąc. Pokład ten dawał około 1 800 ton dziennego wydobywania. Pracowało na nim przeciętnie 720 ludzi dziennie.

Na rys. 9 przedstawiony jest system odbudowy, który był stosowany podczas okresu trzechletniej obserwacji.

O tym, co uczyniono, aby ograniczyć lub usunąć tąpnięcia i wstrząsy lub ich straszne skutki, napiszemy w następnym rozdziale.

Dla dokładniejszego zorientowania się w zachowaniu skał otaczających wyrobisko górnicze, wykonano na dowerzchniach, na których spodziewano się tępnięć, wciosy w ociosach i spodku, aż do zupełnej calizny, tzn. na głębokość, do której sięgał wpływ upędzonego wyrobiska (rys. 19).

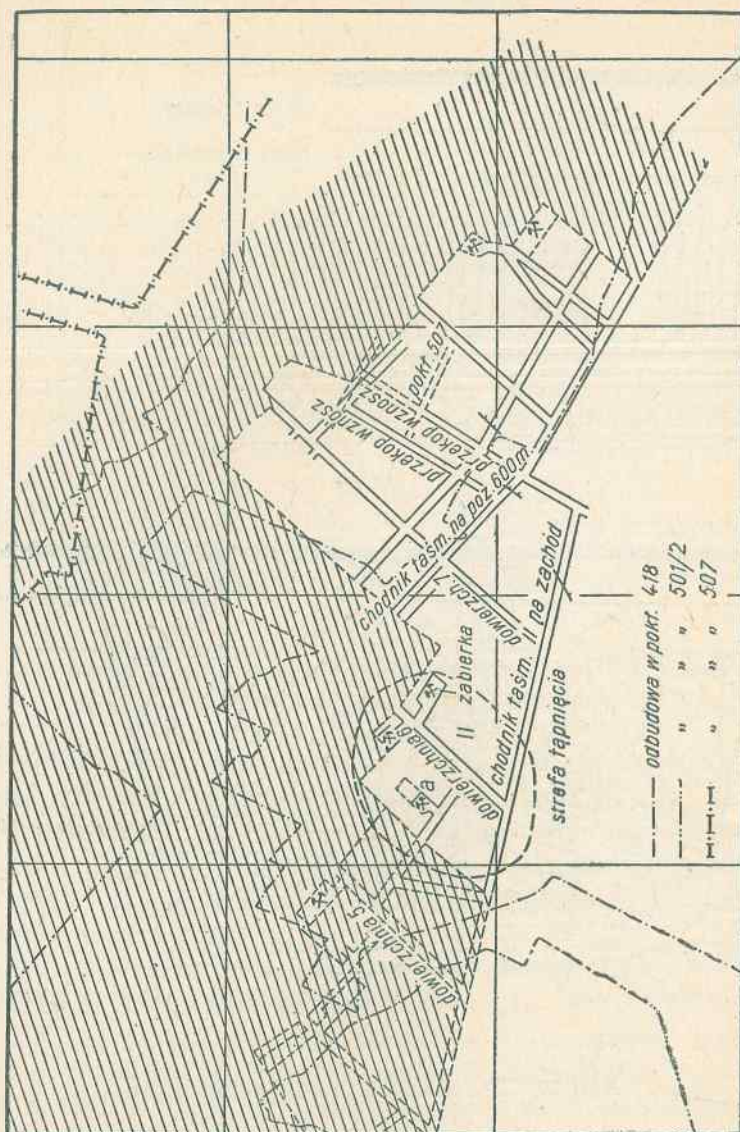
Przed tąpnięciem (rys. 19 a) lewy ocios (zachodni) spękany był na głębokość 2—3 m, prawy zaś od strony frontu odbudowy na 3—4 m. Należy zwrócić uwagę na pionowe spęknięcia ociosów, w któ-



Rys. 19. Dowierzchnia przed i po tąpnięciu

rych węgiel występuje w słupach i bywa ogromnie „twardy“. Dopiero poza tymi słupami węgiel staje się „miększy“ wykazując wyraźne poziome uławicenie. Spodek przed tąpnięciem wykazywał lekkie wyciśnięcia na głębokości do 1 m.

Podczas przebudowy dowierzchni po tąpnięciu (rys. 19 b) okazało się, że spodek został gwałtownie wyciśnięty i przełamany. Tutaj ślady wygięcia sięgają aż do 3 m głębokości. Drewniany budynek



Rys. 20. Plan sytuacyjny do tąpnięcia w pokładzie 506

dowierzchni został zupełnie wybity i połamany. Ociosy, stanowiące dawniej utwory słupowe, zostały rozkruszone i wypełniły dawny przekrój dowierzchni. Specjalnie odrzucony został, i to na większą głębokość, ocios od strony postępującej odbudowy (prawa strona). Rynny żelazne, służące do transportu węgla, zostały wywrócone i wy-

gięte. Rury powietrzne, zawieszone przedtem nad ciągiem rynien, znalazły się częściowo pod rynnami i w kilku miejscach zostały na łączach rozerwane.

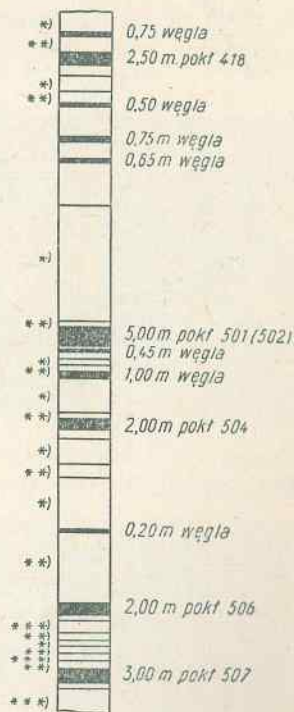
Górnicy opowiadają, że naprzód odczuli wstrząs jakby ogromne uderzenie z góry, następnie prawie momentalnie gwałtowne dźwignięcie spodka, a potem odrzut ociosów i zawał.

Bardzo ciekawym zjawiskiem był wstrząs na jednej z dowierzchni, gdzie spodek tak silnie zadrgał, że górnik został wyrzucony w górę i uderzył głową o stropnicę. Nie zauważono przy tym trwałego wyciśnięcia spodka ani obwału ociosów ⁴².

Kilka lat temu na jednej z kopalń nastąpił ogromny wstrząs połączony z łąpaniem; nie tylko zostały zawałone chodniki, wyciśnięty spąg, obwały w zabierkach, ale nawet zostały przesunięte w całości ogromne bloki węgla w stronę chodników zwężając, a niekiedy zupełnie wypełniając ich przekrój. Wypadek ten, jako niezwykle charakterystyczny, opiszemy dokładnie.

Pokład 506, w którym nastąpiło łąpanie, należy do grupy siodłowej ⁴³ i zalega na głębokości 520 m od powierzchni. Posiada grubość około 2 m. Plan (rys. 20) zapoznaje nas z sytuacją robót w chwili łąpania i zasięgiem robót w górnych pokładach 507, 501 i 418. Jak widzimy, obszar (a), gdzie nastąpiło łąpanie, znajdował się pod partiami nie wybranych pokładów górnych, czyli nad nim znajdowała się calizna nie naruszona odbudową. O wpływie na łąpania, jaki mają nie wybrane partie górnych pokładów, tak zwane wyspy węglowe, zajmiemy się osobno w niniejszej pracy. Tutaj powiemy tylko, że partie nie wybrane zwiększają specjalnie ciśnienia w dolnym podkładzie będącym w odbudowie.

Z chodnika przewozowego taśmowego upędzona była po wznosie pokładu dowierzchnia 6, z której brane były 3 zabierki po wznosie. Dwie z nich bezpośrednio z dowierzchni, trzecia z zachodniej przecinki ⁴⁴.

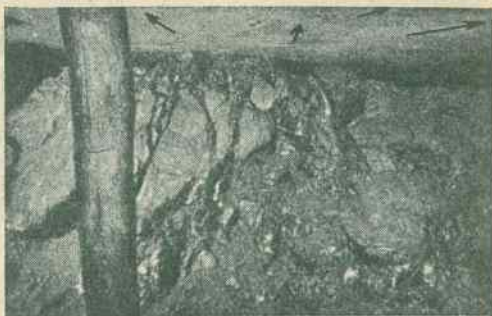


(*) piasek
 (**) tupek
 (***) tupek piaskowy

Rys. 21. Przekrój warstwicowy

turów. Na planiku zaznaczone są miejsca pobytu górników. Bezpośrednim impulsem, który spowodował groźne w skutkach wyładowanie nagromadzonej energii w pokładzie, było oddanie strzału przez górnika strzałowego z miejsca przecięcia się powierzchni 6 z przecinką zachodnią.

Po tąpnięciu wykonano zdjęcia, które charakteryzują niebywałe skutki tego wyładowania. Na planiku strzałkami oznaczone są kierunki, w których wykonano zdjęcia, oraz liczbami ich kolejność. Zdjęcie (rys. 23) przedstawia dolną krawędź przesuniętego na południe ogromnego bloku węgla. Należy zwrócić uwagę na pionowe szczeliny w węglu i resztki poziomego ulawicenia pokładu. Strzałki na stropie wskazują kierunek przesunięcia bloku. Profil A — B na planiku ilustruje przesunięcie w stronę chodnika taśmowego, który został w niektórych miejscach zupełnie zwężony. Mocny, sprężysty strop po uderzeniu nie załamał się, ale tylko zawisł nad rozkruszonym pokładem. Powierzchnia zwisu ⁴⁶ była tak wielka, że strop obniżył się do 10 cm od pierwotnego położenia tworząc nieckowatą wypukłość. Wypukłość tę zauważyć można na zdjęciach.



Rys. 23. Przesunięty blok węgla wskutek tąpnięcia. Strzałki w stropie wskazują kierunek przesunięcia



Rys. 24. Zdjęcie wytworzonej niecki. Strzałki w stropie wskazują kierunek przesunięcia



Rys. 25. Zdjęcie wytworzonej niecki. Strzałki w stropie wskazują kierunek przesunięcia



Rys. 26. Przecinka z dowerzchni 6

chodnika, czyli o około 3 m. Ostatnie zdjęcie (rys. 27), przedstawia przecinkę w przebudowie po tąpnięciu. W głębi przesunięty blok węgla.

Na podstawie rysunków i zdjęć można wnioskować, że część pokładu, wskutek nagłego wstrząsu i ogromnego wzrostu ciśnienia, została w całości przesunięta, na pewnej przestrzeni, w kierunku istniejących wyrobisk. Przyczyny tąpnięcia należy szukać w zwiększonym ciśnieniu wskutek niecałkowitego wybrania górnych pokładów i wybierania zabierki, oznaczonej na planie sytuacyjnym literą a. Wybieranie tej zabierki zmniejszało powierzchnię kostki węgla ograniczonej od zachodu i północy wybranymi partiami, a od południa i wschodu chodnikiem taśmowym i dowerzchnią 6, na której spoczywał niezwykle obciążony sztywny strop. Oddanie strzału na tej zabierce było impulsem do nagłego wyładowania. Przekroczona wytrzymałość na ściskanie spowodowała rozkruszenie i przemieszczenie części pokładu. Górotwór dążył do przywrócenia zakłóconej odbudową górniczą równowagi. Przypuszczalne centrum wstrząsu musiało znajdować się w miejscu oznaczonym na planiku lit. C, z którego zadziałały we wszystkich kierunkach siły oznaczone strzałkami powodując opisane skutki.

Charakterystyczna jest utworzona szczelina między stropem a pokładem, dochodząca do 1 m wysokości. Następne dwa zdjęcia (rys. 24, rys. 25) przedstawiają inne punkty utworzonej niecki. Rys. 26 przedstawia przecinkę z dowerzchni 6 z wywróconą rynną. W głębi blok węgla przesunięty o prawie całą dawną szerokość



Rys. 27. Przecinka w przebudowie. W głębi przesunięty blok węgla

W celu ochrony wyrobisk przed skutkami wstrząsów i tąpań zaczęto stosować mocniejszą obudowę. I tak podbudowywano strop grubym drzewem i gęściej je stawiając. Układano koźły w stosy i wzmacniano je żelaznymi kłami. W razie tąpnięcia budynek ten nie zdawał egzaminu, a wyrobiska zawały się dalej. Rys. 28 przedstawia niezwykle mocno zabudowane wyrobisko po tąpnięciu.



Rys. 28. Zdjęcie chodnika po tąpnięciu

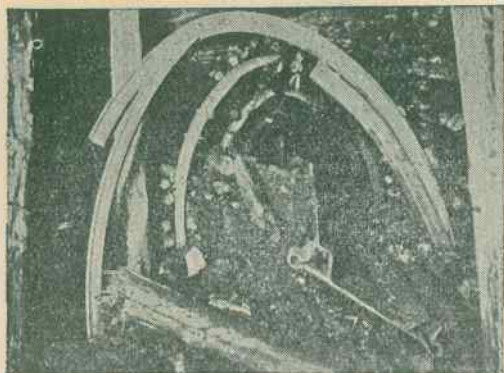
Jak widzimy, wskutek działających bocznych sił budynek został zupełnie wybity.

Wprowadzono obudowę żelazną składającą się z pierścieni. Części pierścieni zachodzące na siebie łączono elastycznie stwarzając możliwości pewnego poddawania się ciśnieniom. W razie nawet bardzo dużych ciśnień, działających spokojnie, ta elastyczna obudowa wykazywała wielką wytrzymałość. Jednakże w razie tąpnięcia pierścienie gięły się i łamały lub ulegały wykręceniu i wywróceniu i następował zawał. Zdarzały się wypadki, że pierścienie zostały zupełnie wygięte i zgniecione, a wolne jeszcze przestrzenie wyrobiska były wypełnione węglem z ociosów i stropu.



Rys. 29. Dowierzchnia w żelaznej obudowie pod mocnym stropem po tąpnięciu

W każdym razie budynek pierścieniowy żelazny jest odporniejszy niż drewniany. Na jednej z kopalń zaobserwowano, że partie chodnika w drzewie uległy zu-



Rys. 30. Dowierzchnia w żelaznej obudowie pod mocnym stropem po tąpnięciu

pełnemu zawaleniu, podczas gdy ten sam chodnik znajdujący się w sferze tąpnięcia w żelaznej obudowie wykazywał znacznie mniejsze skutki zniszczenia. Zamieszczone fotografie (rys. 29, 30, 31) ilustrują skutki tąpań w dowierzchniach i chodnikach obudowanych żelaznym budynkiem pierścieniowym.

Dla wzmocnienia omuruje się częściowo lub cał-

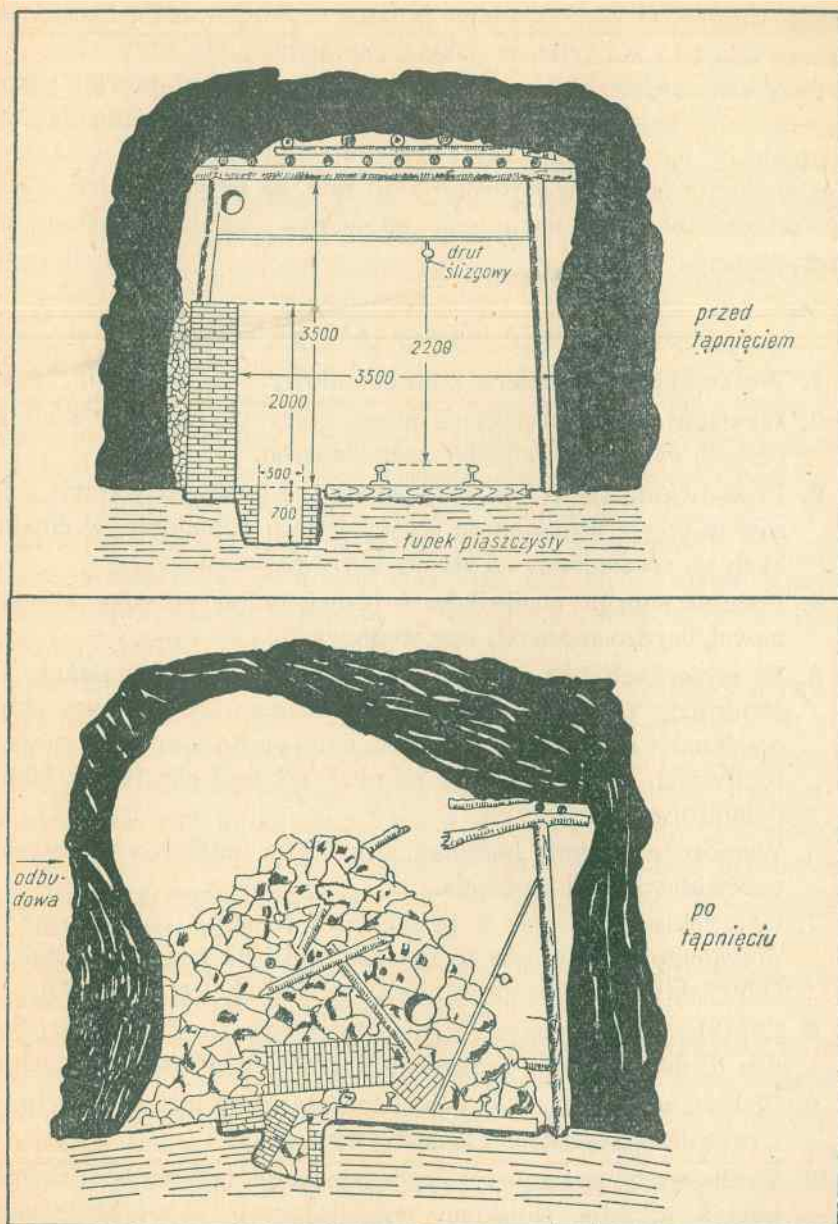
kowicie niektóre główne chodniki na dole w kopalni, których czas trwania obliczony jest na długie lata. Przy zbliżaniu się odbudowy do takich chodników wzrastają ciśnienia i niejednokrotnie są przyczyną tąpnięć. Nawet grube mury nie wytrzymują wyładowania i chodnik ulega zawaleniu. Rys. 32 przedstawia chodnik lokomotywy z częściowo obudową murowaną przed i po tąpnięciu. Chodnik ten nie wykazujący poważnych zmian spowodowanych ciśnieniem zawalił się nagle na przestrzeni 50 m odcinając położone za nim pola będące w odbudowie. Skutki zawalenia są charakterystyczne dla tąpnięcia.

Tąpnięcia występują nie tylko w robotach prowadzonych w węglu.

Przy pędzeniu przekopu (chodnik w kamieniu) na głębokości około 580 m w piaszczystych łupkach pod grubym podkładem grupy siodłowej wystąpiły objawy tąpań zupełnie takie same jak w wyrobiskach węglowych, z obwałami ociosów, dźwiganiem spodku, drganiem i hukami, a nawet odpryskiwaniem na znaczną odległość łupkowych łusek. Można przypuszczać, że na



Rys. 31. Przebudowa w drzewie po tąpnięciu dowierzchni z żelazną obudową



Rys. 32. Chodnik lokomotywy w pokładzie 501 na poziomie 613 m

jeszcze większych głębokościach tapania występować będą z coraz większą siłą i to nie tylko w pokładach węgla.

Przy biciu jednego z tuneli w Alpach tapania występowały nawet w granitach. Tak samo w południowej Afryce w kopalniach złota i diamentów bywają wstrząsy i tapania o ogromnej sile w skałach typu wulkanicznego. Stwierdzono przy tym, że przyczyną ich nie są siły tektoniczne, lecz naruszona odbudową górniczą równowaga górotworu.

RÓŻNE ZJAWISKA POPRZEDZAJĄCE TĄPIENIECIA

1. Wzrastające ciśnienie w polu odbudowy.
2. Wzmagające się wyciskanie spągu, który dźwiga się w wielkich płytach daszkowo na siebie zachodzących.
3. Przesuwanie się (płynięcie) całych lub pewnych warstw ociosów w dowierzchniach od strony frontu odbudowy, w chodnikach po rozciągłości od strony górnego ociosu.
4. Podczas popędu chodników⁴⁷ (dowierzchni) przerywanie się nawet bardzo mocnych ław węglowych.
5. W zabierkach i w chodnikach stopniowe przekształcanie się struktury węgla z poziomego uławicenia na pionowe słupy o ścianach równoległych i prostopadłych do kierunku głównej łupliwości, przypominające na pierwszy rzut oka formą ściany dolomitowe.
6. Wzmoczone łamanie budynku w krótkim czasie na przestrzeni przewidywanego tąpnięcia.
7. Odpryskiwanie węgla w przodkach i ociosach, czasem warstw przyspągowych, często ze znaczną siłą i na znaczną odległość. Odpryskiwanie powoduje nieraz ciężkie okaleczenia ludzi.
8. Skutkiem zwiększonych ciśnień tworzenie się dużej ilości bardzo drobnego pyłu węglowego (niebezpieczeństwo wybuchu).
9. W kopalniach gazowych wzmoczony wypływ metanu z ociosów i przodków (niebezpieczeństwo wybuchu).
10. Zanik wody spągowej⁴⁸ spowodowany tworzeniem się głębokich szczelin skutkiem wzrastających naprężeń w górotworze.
11. Zjawiska dźwiękowe bezpośrednio przed tąpnięciem, jak stuki i szmery w górnych warstwach stropowych połączone z opa-

dem węgla z ociosów i drganiem spodku. Zjawiska dźwiękowe zachodzą nie zawsze.

12. Tworzenie się głębokich szczelin, w których niejednokrotnie powstają pożary skutkiem nagromadzonego pyłu węglowego.

Naturalnie nie wszystkie wymienione zjawiska występują zawsze i razem przed tąpnięciem. Tylko wprawne oko i ucho górnika zdoła go ostrzec przed grożącym niebezpieczeństwem.

Mówiliśmy już, że nie wszystkie pokłady węgla mają skłonność do tąpnięć i nie na każdej głębokości, to jest nie pod każdym ciśnieniem. Wiemy również, że zjawiska tąpnięć i wstrząsów występują w pokładach tylko w otoczeniu skał mocnych i sprężystych.

Nawet najbardziej nagle i silne pęknięcia grubych warstw piaskowców nie spowodują tąpnięć, jeżeli nie zostanie przekroczona wytrzymałość skał, w których znajdują się wyrobiska górnicze.

Poprzednio już zwracałem uwagę, że tąpnięcia występują przeważnie okresowo, i to w zależności od powierzchni odkrytego stropu, a niezależnie od czasu, w którym ten strop został odkryty. Innymi słowy, tąpnięcia zależne są od okresowego wzrostu ciśnień przekraczających wytrzymałość skał.

Na dole w kopalni wytwarzają się skutkiem odbudowy górniczej najrozmaitsze warunki ciśnienia skał, objawiające się ogromną różnorodnością występujących zjawisk. Różnorodność rozpatrywanych zjawisk wstrząsów i tąpnięć występuje w całej skali ich natężeń — od bardzo słabych do katastrofalnych w swych skutkach wyładowań.

Od okresów, w których zachodzą wzrosty ciśnień przekraczających wytrzymałość skał, zależna jest częstotliwość występowania opisanych zjawisk.

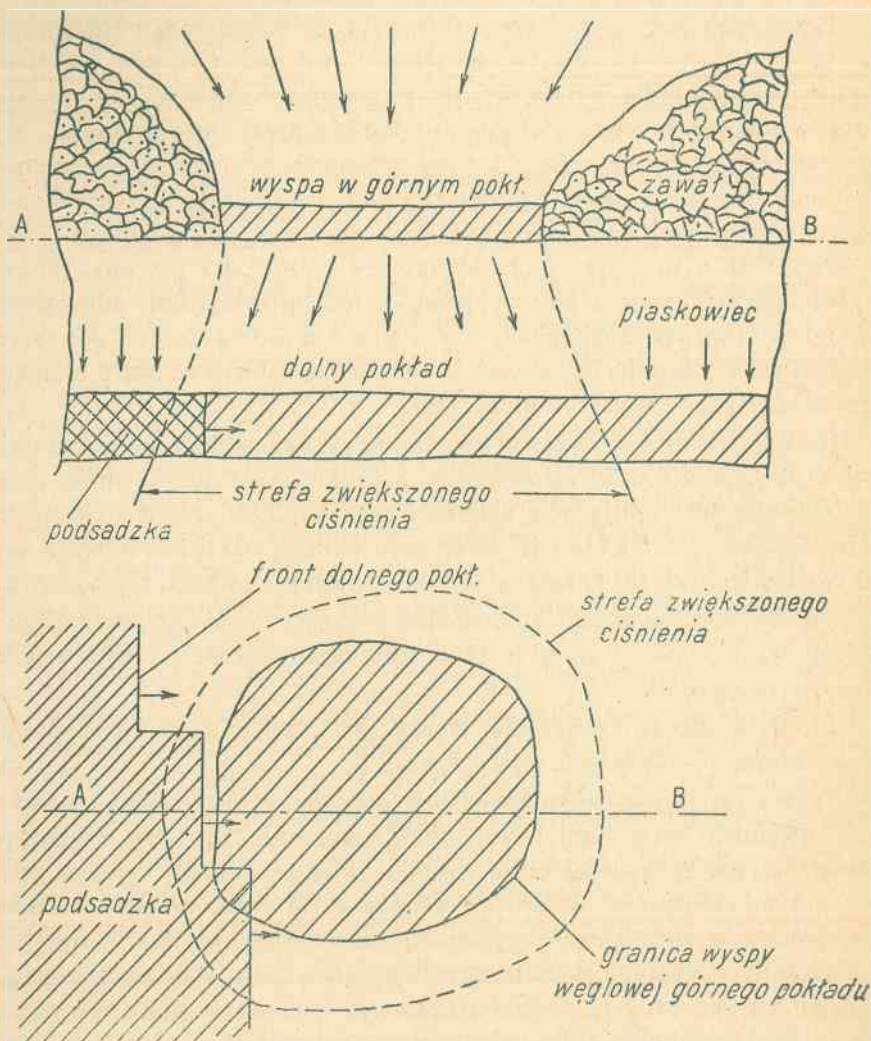
Jeżeli te okresy są krótkie, odstęp w czasie między tąpnięciami jest mniejszy — tąpnięcia są częstsze.

Takim typowym przykładem jest odbudowa prowadzona w wyspie węglowej otoczonej wybranymi partiami. W tym wypadku zmniejszająca się powierzchnia odbudowywanej wyspy, będącej pod ogromnym ciśnieniem całego sklepienia górotworu, powoduje stałe przekraczania wytrzymałości pokładu, objawiające się bezustannymi tąpnięciami, występującymi nawet w odstępach kilkugodzinnych. Węgiel rozkruszony jednym tąpnięciem przestaje podtrzymywać strop, który z kolei powoduje rozkruszenie dalszej partii wyspy. Odbudowę górniczą przyspieszającą zmniejszenie powierzchni pod-

trzymującej należy uznać za najbardziej niebezpieczną. Należy bezwzględnie tak prowadzić odbudowę, aby nie powstało utworzenie się takiej wyspy węglowej.

Zupełnie tak samo występują objawy ciśnień pod nie wybranymi wyspami (nogami) zostawionymi w pokładach nadległych, o których już wspomniałem (rys. 33).

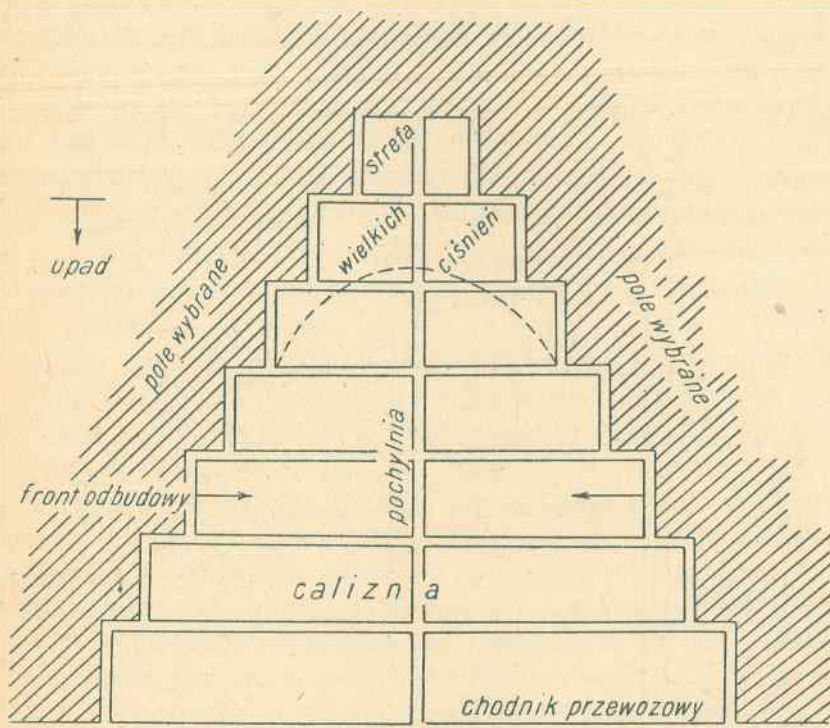
Należy również unikać odbudowy dwuskrzydłowej z pochylni,



Rys. 33. Odbudowa pod wyspą węglową

która powoduje utworzenie się klina narażonego swoją wąską powierzchnią na specjalnie wielki nacisk skał stropowych (rys. 34).

Górnictwo dążąc do ochrony ważniejszych obiektów na powierzchni przed skutkami odbudowy, do całkowitego (bez strat) wybierania pokładów, unikania pożarów podziemnych i do wybierania grubych pokładów — zastosowało podsadzkę płynną.



Rys. 34. Odbudowa dwuskrzydłowa

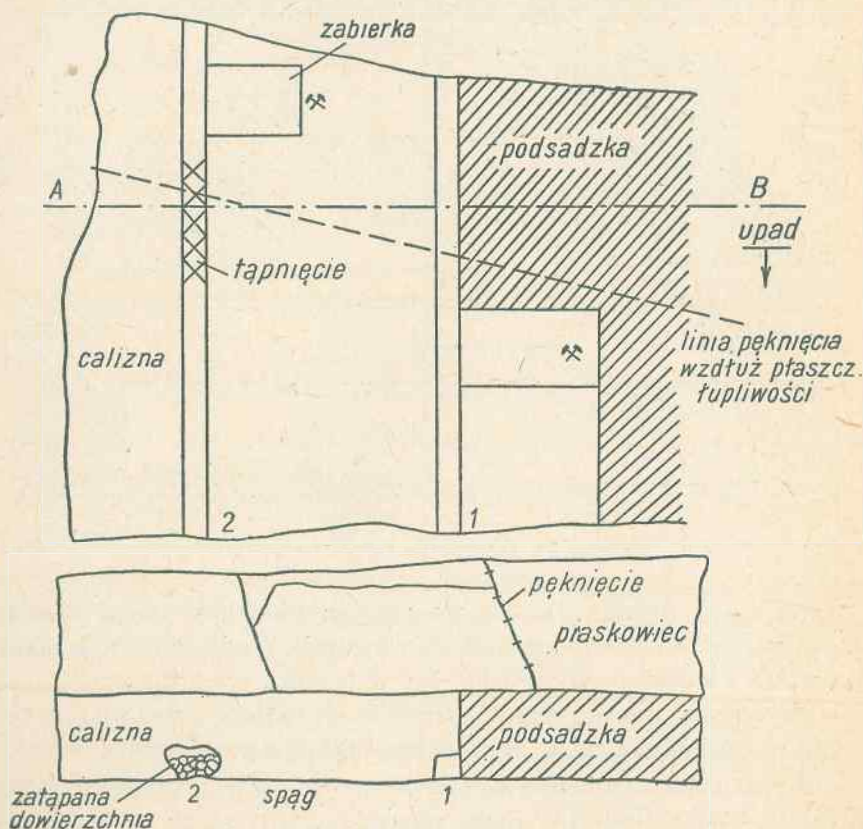
Podsadzka płynna jest to mieszanina piasku z wodą, sprowadzana rurami na dół do wybranych wyrobisk. Woda odcieka, a piasek pozostaje i wypełnia wyrobiska. Im podsadzka szczelniejsza, to znaczy im większy jest stopień wypełnienia wyrobiska przez piasek, tym lepiej mogą być spełnione wymienione dążenia górnictwa.

W pokładach tąpających zaczęto stosować podsadzkę płynną, uważając, że podtrzymywany przez piasek sztywny strop w mniejszym stopniu będzie działał na pokład węgla. Inaczej mówiąc, uważano, że

uniknie się pękań piaskowca i zmniejszy się ciśnienia na caliznę przyfrontową.

I tu spotkał górnika wielki zawód. W wielu wypadkach podsadzka nie tylko nie usunęła tąpnięć, ale występowały one z większą jeszcze gwałtownością, chociaż przeważnie rzadziej.

Ścisłość pod ciśnieniem normalnie stosowanej podsadzki jest większa niż zdolność ugięcia się piaskowca. W rezultacie piaskowiec pęka (rys. 35). Gdybyśmy przyjęli drugą alternatywę, mówiącą, że naprzód następuje tąpnięcie, a potem ewentualne pęknięcie piaskowca, to sprawa wydaje się również łatwa do wytłumaczenia: piaskowiec, nie mogąc oprzeć się na ściśliwej podsadzce, powoduje



Rys. 35. Pęknięcie piaskowca nad podsadzką

ciśnienia przekraczające wytrzymałość węgla, który zostaje nagle rozkruszony wywołując znane zjawisko.

Jeszcze gorzej przedstawia się sprawa, kiedy węgiel nie jest wybierany na czysto i obmulone piaskiem pozostają pniaki i nogi. Popękanie i rozpadnięcie się ich pod ciśnieniem stropu następuje znacznie trudniej i wymaga znacznie większych nacisków. Kiedy to nastąpi, strop pozbawiony podparcia powoduje wyładowania według jednej z dwóch opisanych już alternatyw.

JAK ZAPOBIEGAĆ LUB OSŁABIAĆ SKUTKI WSTRZĄSÓW I łąPAN

Znając przyczynę wstrząsów i łąpan, ich występowanie, skutki i zjawiska im towarzyszące musimy zapoznać się ze sposobami walki, jakie stosował lub stosuje górnik w celu zabezpieczenia sobie i towarzyszom życia i uchronienia swojego zakładu pracy od wielkich strat materialnych.

Praca górnika, zwłaszcza pod ziemią, jest trudna i odpowiedzialna. Wśród różnorodnych przyczyn, które mogą wywołać wypadek przy pracy, obrywanie się skał i zawały powodują około 50% wszystkich wypadków razem wziętych.

Szczególnie niebezpieczne są wstrząsy i łąpania, gdyż wywołują zawały, które mogą spowodować ciężkie masowe wypadki w ludziach.

Troska o bezpieczne warunki pracy w ustroju socjalistycznym jest naczelnym obowiązkiem kierownictwa każdego zakładu pracy. Górnictwo jest zawodem, gdzie nie tylko trzeba posiadać obszerną wiedzę techniczną i geologiczną, lecz jeszcze dodatkowe wiadomości i zdolność wyciągania wniosków syntetycznych z różnorodnych, na pozór mało istotnych, objawów.

Pierwszym obowiązkiem kierownictwa technicznego przy odbudowie złoza jest wybranie właściwego systemu robót górniczych, który musi być dostosowany do warunków geologicznych kopalni, do dawnych robót górniczych i stosunków, jakie są na powierzchni (zabudowania, drogi, rzeki itp.). System odbudowy powinien być bardzo dokładnie przemyślany, w oparciu o całokształt danych, jakie kierownictwo posiada o warunkach zalegania złoza w partiach, które mają być eksploatowane. System odbudowy opracowuje się na szereg lat, wymaga on zatwierdzenia władz górniczych i nie może być dowolnie zmieniany.

W zależności od przewidywanych ciśnień górotworu i położenia warstw nakładu ustala się również system obudowy, to jest wzmocnienie wyrobiska przed obrywaniem się skał stropowych lub z ociosów. Wreszcie w zależności od posiadania lub nieposiadania urządzeń podsadzkowych prowadzi się roboty górnicze na zawał, częściową podsadzkę lub podsadzkę całkowitą — zamulkę.

Wszystkie wyżej wskazane istotne elementy wiedzy i sztuki górniczej ustala kierownictwo techniczne zakładu.

W pracy codziennej należy czujnie śledzić, aby postęp robót górniczych odbywał się prawidłowo, to jest:

1. starać się utrzymać prawidłową linię frontu odbudowy złoża,
2. nie pozostawiać części niewybranych w złożu (nóg, pniaków, wysp),
3. nie zostawiać dużych wybranych przestrzeni w wyrobisku bez obudowy,
4. stosować w zależności od siły ciśnień obudowę wzmocnioną (żelazną, organową, stopy itp.),
5. po wybraniu użytecznej kopaliny usuwać dokładnie zbędną obudowę, tj. przeprowadzać tak zwany rabunek.

Zawały powstają na skutek wstrząsów, tąpnięć lub odprężenia górotworu, dlatego też pierwszym obowiązkiem nie tylko dozoru, lecz każdego górnika jest:

1. stałe czuwanie, aby w stropie i ociosach nie było luźnych i słabo związanych z calizną brył i zwisających części skały lub węgla,
2. po robotach strzałowych, przerwach w pracy i wstrząsie górotworu przede wszystkim należy dokładnie obejrzeć strop i ociosy i oberwać luźno związane lub zwisające części skał,
3. w miarę postępu robót zaraz zabudowywać przodki nie pozostawiając większych odsłoniętych i niezabezpieczonych płaszczyzn w stropie,
4. stosować prawidłową obudowę, tj. używać odpowiedniego materiału, co do jakości i wytrzymałości na ciśnienie, wzmacniać obudowę w razie wzrostu ciśnienia,
5. wykonywać obudowę starannie, tj., aby obudowa ściśle przylegała do stropu i ociosu,
6. nie pozostawiać za sobą większych przestrzeni nie podsadzonych lub nie zarabowanych. W razie niestosowania podsadzki,

- jeżeli skała w stropie jest mocna, należy nawet sztucznie spowodować zawał, aby wywołać odprężenie górotworu,
7. przeprowadzać bardzo starannie usuwanie obudowy z części już wyeksploatowanych używając do tych robót doświadczonych robotników i zachowując daleko idącą ostrożność przy wykonywaniu tych prac,
 8. stale pouczać i wyjaśniać robotnikom, jakiego rodzaju niebezpieczeństwa mogą powstać na skutek ciśnienia górotworu, wstrząsów i tąpań informując ich jednocześnie o objawach zbliżającego się zawału i kierunku ucieczki.

Świadome kierowanie elementarnymi siłami przyrody nie jest rzeczą łatwą, lecz zdobywczy umysł ludzki z każdym dniem coraz dokładniej wnika w przyczyny zjawisk fizycznych i chemicznych, zachodzących w przyrodzie, i uczy się podporządkować sobie te siły.

Obecnie dzięki uspołecznieniu zakładów górniczych otworzyła się możliwość stałego obserwowania i badania zjawisk towarzyszących wstrząsom i tąpniom na całym obszarze Zagłębia Węglowego, czego oczywiście nie można było zrobić dawniej, przy indywidualnej kapitalistycznej gospodarce, przeważnie obcych kapitałów, liczących na szybki zysk i nie troszczących się o bezpieczeństwo pracy i racjonalne eksploatowanie bogactw naturalnych.

W chwili obecnej zjawiska tąpań i wstrząsów są systematycznie badane przez Główny Instytut Górniczy. Badania te stopniowo wyjaśniają przyczyny powstawania tych zjawisk i, co za tym idzie, umożliwiają stosowanie takich metod prawidłowej eksploatacji złoża, jakie chronią robotników przed niebezpieczeństwem zawału, a jednocześnie umożliwiają czyste wybieranie złoża i niemarnowanie bogactwa narodowego.

Budowa w przyspieszonym tempie kolei piaskowej z Pustyni Błędowskiej do Zagłębia Węglowego umożliwi szerokie zastosowanie podsadzki płynnej — zamułki, co niewątpliwie przyczyni się do usunięcia zjawiska tąpań, a przynajmniej sprowadzi je do minimum.

Jak już zaznaczyliśmy, walka z siłami przyrody, a tym bardziej świadome i celowe kierowanie nimi, nie jest rzeczą łatwą.

Czy jednak nie można przewidzieć pewnych zjawisk i czy nie można tym zjawiskom zawczasu zapobiec lub też przynajmniej ujemne skutki tych zjawisk osłabić?

Niewątpliwie tak gdyż, jak już wyżej opisałem, są pewne zjawiska poprzedzające tąpnięcia.

GŁÓWNE ZASADY UNIKANIA TĄPAŃ

Jedynym sposobem uniknięcia tąpań jest prowadzenie odbudowy górniczej w taki sposób, żeby w caliznie przyległej do frontu odbudowy i znajdującej się w obrębie robót górniczych nie dopuścić do wzrostu ciśnień, przekraczających wytrzymałość węgla (spągu). Z tego wynikają następujące zasady:

Pierwszą zasadą, wynikającą z poprzednich rozważań, jest jak najszczelniejsza podsadzka, przyjmująca stale i równomiernie część ciśnień stropowych i odciążająca podkład w miarę posuwania się odbudowy. Idealem byłaby podsadzka zupełnie nieściśliwa, tzn. nie uginająca się pod ciśnieniem i stosowana natychmiast po wybraniu zabierki lub ściany. Jeżeli tylko zdolność poddawania się podsadzki będzie większa od zdolności ugięcia się sztywnego piaskowca — pęknięcie jego musi nastąpić i to ze wszystkimi już opisanymi skutkami.

Dla wypełnienia warunku jak najbardziej szczelnej podsadzki stosuje się różne sposoby podsadzania.

Według autora najlepszy sposób, to podsadzanie pod ciśnieniem. Otóż zasadą tego sposobu jest, że piasek z wodą wprowadza się dotąd do wybranej przestrzeni, aż w murach osiągnie się ciśnienie gwarantujące, że cała przestrzeń i wszelkie szczeliny w stropie i ociosach wypełnione są piaskiem.

Przy odbudowie grubych pokładów warstwami spotykano, wybierając górną warstwę, piasek wypełniający szczeliny dawnego stropu do 3 metrów wysokości.

Na ściśliwość podsadzki duży wpływ ma również rodzaj materiału podsadzkowego. Wszelkie piaski drobno-ziarniste i gliniaste mają większą zdolność ściśliwości niż piaski grubo-ziarniste.

Piaski drobno-ziarniste i gliniaste zatrzymują w sobie większe ilości wody. Otóż woda ta pod ogromnymi ciśnieniami zostaje z piasku wypchnięta, co w rezultacie powoduje osiadanie podsadzki i stropu.

Drugą zasadą jest zupełnie czyste wybieranie węgla. Wiemy już, że pozostawienie węgla czy to w postaci wysp, czy też pniaków lub nóg nie tylko może spowodować

tąpnięcie w wybieranych partiach, ale też w przyszłości w pokładzie zalegającym głębiej. Wiemy z mechaniki, że płyty, nawet bardzo sztywne, uginają się, i to dość znacznie, i nie pękają, jeżeli tylko nacisk działający na nie rozłożony jest równomiernie, powierzchnia dość duża, a płyta położona na materiale poddającym się do pewnego stopnia naciskom, zależnie od ich wielkości.

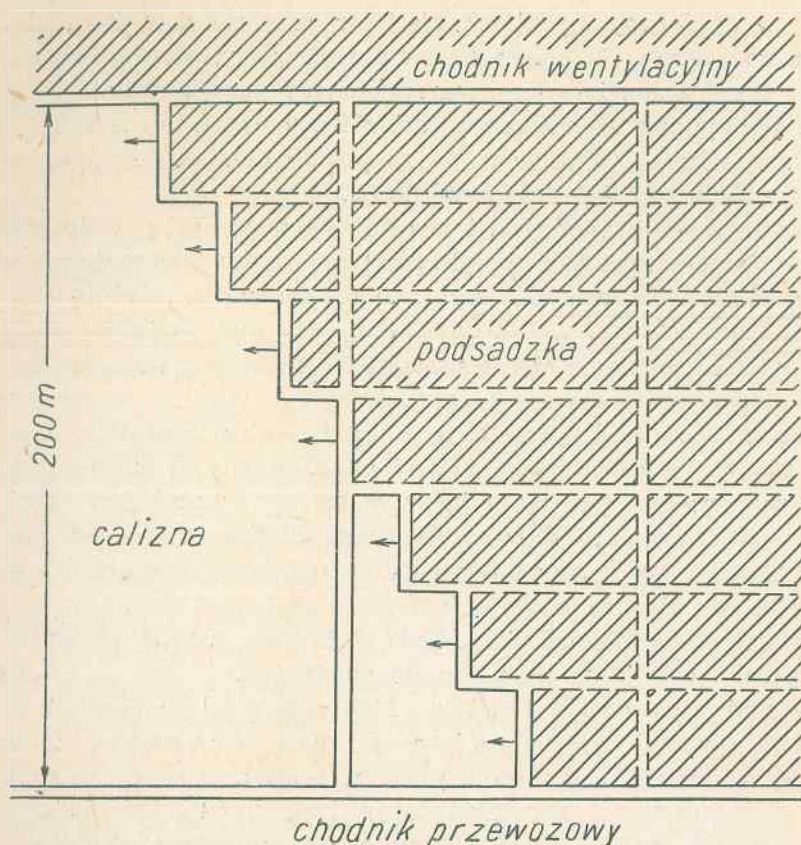
Otóż czyste wybranie węgla i wypełnienie wybranej przestrzeni piaskiem stwarza warunki, że płyta piaskowca ugiąć się może równomiernie i łagodnie nad całą wybraną powierzchnią osiadając na piasku. Naturalnie, że i w tym wypadku, przy mało ściśliwej podsadzce, ugięcie piaskowca będzie mniejsze, a co za tym idzie, możliwość pęknięcia mniejsza.

Trzecią zasadą jest prowadzenie robót górniczych z podsadzką płynną, jak najdłuższym, równomiernie posuwającym się frontem. Jest rzeczą jasną, że płyta piaskowca odsłaniana długim na kilkaset metrów frontem, a zarazem podpierana, w miarę posuwu frontu odbudowy podsadzką będzie mogła ugiąć się więcej.

Niebezpiecznymi dla pęknięcia będą dwie linie, wzdłuż krawędzi odbudowy, równoległe do kierunku posuwu frontu.

Czwartą zasadą jest unikanie pędzenia chodników przed posuwającym się frontem lub w jego stronę. Odkrywana płyta piaskowcowa wywiera największe ciśnienia na pokłady przed samym frontem odbudowy i stara się go rozgnieść. Dlatego przed frontem odbudowy mamy największe ciśnienia w pokładzie. Jeżeli będziemy prowadzić chodniki w niewielkiej odległości od frontu odbudowy, to osłabimy pokład i tak narażony na zwiększone ciśnienie. Utworzone pasy lub kostki węglowe, między frontem odbudowy i chodnikami, mogą nie wytrzymać ciśnienia, a w rezultacie ulec rozgnieceniu z objawami tąpnięcia. Dlatego tak należy prowadzić odbudowę, żeby chodniki potrzebne do przewozu i przewietrzania utrzymywać za posuwającym się frontem w podsadzce między odpowiednimi tamami. Chodniki utrzymywane w podsadzce znacznie mniej są narażone na tąpnięcia.

Piątą zasadą jest unikanie stworzenia takiego stanu w odbudowie, który zmuszałby do wybierania wysp, kostek, klinów lub półwyspów węglowych. Wszelkie większe nierówności frontu odbudowy mogą spowodować



Rys. 36. System odbudowy, krótkie ściany na podszadkę

tą p n i ę c i a. Zasada ta jest jasna i wynika ze wszystkich poprzednich rozważań.

Na rys. 36 widzimy system odbudowy stosowany obecnie z bardzo dobrym wynikiem na jednej z kopalń. System ten spełnia wszystkie wyżej podane warunki.

Zasady, których przestrzeganie zapobiega tąpaniom, nie są łatwe do przeprowadzenia. Czasami całych lat potrzeba, żeby zmienić raz wprowadzony system powodujący warunki sprzyjające tąpaniom.

Niekiedy pokład wybierany nieczysto, z pozostawieniem filarów oporowych, ogniowych lub wysp węglowych, powoduje w kilkadziesiąt lat później tąpanię podczas odbudowy w pokładach leżących niżej.

Aby uniknąć tępnięć, należy nie tylko wprowadzić odpowiednie systemy odbudowy, ale całe partie pokładu rozcinać już w czasie robót przygotowawczych w sposób, który przy odbudowie nie stwarzałby warunków nadmiernych i nierównomiernie rozłożonych ciśnień.

Są to rzeczy bardzo trudne i wymagające umiejętności i zdolności tak przewidywania jak i odpowiedniego planowania na dłuższy okres czasu.

Na zakończenie należy dodać, że nauka górnictwa powinna zmierzać do określenia stopnia skłonności pokładów do tępnięć już w pierwszej fazie kapitalnych robót⁴⁹ przygotowawczych, aby potem można było roboty odpowiednio rozwijać.

Badania struktury węgla, nadkładu i spągu oraz określenie możliwych maksymalnych ciśnień dadzą na pewno już w niedalekiej przyszłości odpowiedź na te zagadnienia polskiemu górnikowi.

OBJAŚNIENIA

1. Zawal — zawalenie się skał ze stropu.
2. Zaciskanie — powolne ruchy skał pod olbrzymimi ciśnieniami zmniejszające przekrój danego wyrobiska górniczego.
3. Wyrobisko — każdą robotę górniczą podziemną jak: chodniki, komory, szyby itp. nazywamy w górnictwie wyrobiskiem.
4. Górótwór — skały otaczające wyrobiska górnicze.
5. Nadkład — skały leżące nad wyrobiskami górniczymi.
6. Obudowa — zabezpieczenie wyrobisk górniczych przed zawaleniem przez stawianie słupów drewnianych, żelaznych, murowanie itp.
7. Urobek — urobiony w pokładzie węgiel.
8. Nadległe skały — skały leżące nad wybieranym pokładem.
9. Przygotówka — wszelkie wyrobiska górnicze służące do udostępnienia pokładu dla jego wybierania.
10. Spąg — skała leżąca bezpośrednio pod pokładem (spąg stanowi „podłogę” wyrobiska górniczego prowadzonego po spodzie pokładu).
11. Ocios — pionowe ściany wyrobisk górniczych.
12. Charakter eksplozywny — nagły, w skutkach podobny do działania materiałów wybuchowych.
13. Wyładowanie pokładu — nagle uwolnienie energii nagromadzonej w pokładzie pod ciśnieniem górótworu.
14. Ciśnienie statyczne — ciśnienie spowodowane ciężarem skał nadległych nie będących w ruchu.
15. Ciśnienie dynamiczne — objawia się w kopalni jako uderzenie mas skalnych będących w ruchu. Siła jego zależna od prędkości ruchu i wielkości mas.
16. Hipoteza — przypuszczenie lub twierdzenie nie dowiedzione.
17. Calizna — pokład i skały otaczające nie naruszone wyrobiskami górniczymi.
18. Energia potencjalna — nagromadzona w pokładzie skutkiem działania sił ciśnienia. Jej wielkość jest wprost proporcjonalnie zależna od sił ciśnienia i od sprężystości skał, a miernikiem jej — stan napięcia w skale.
19. Równowaga statyczna — w naszym wypadku równowaga stała.
20. Siły tektoniczne — siły spowodowane ruchami skorupy ziemskiej.
21. Uskok — pęknięcie i wzajemne przesunięcie się skał względem siebie.
22. Upad — nachylenie.
23. Płaszczyzny uławicenia — płaszczyzny równoległe do siebie, a powstałe w skałach osadowych przez osadzanie się minerałów o różnej wytrzymałości.
24. Spodek — spód pokładu.
25. Dowierzchnia — chodnik prowadzony po wzniesieniu pokładu o pewnym nachyleniu (spadzie).
26. Po wznosie — po nachyleniu w górę (odwrotność upadu).

27. Prowadzić odbudowę na zawał — system wybierania węgla, przy którym po skończonym wybieraniu nie zappełnia się pustek materiałem podsadzkowym i wtedy skały same się zawalają.
 28. Zabierka — komora.
 29. Amortyzator — czynnik pochłaniający, łagodzący.
 30. Linia normalnych zawałów — linia zawałów (w odbudowie na zawał) przebiegająca równolegle do posuwającego się frontu odbudowy.
 31. Stare zroby — partie wybrane i zawalone.
 32. Mechanika — nauka o ruchu i o tych czynnikach, od których zależy charakter ruchu w poszczególnych przypadkach.
 33. Strukturalne właściwości skał — właściwości skał zależne od rodzaju ich wewnętrznej budowy.
 34. Amplituda drgań — suma drogi obustronnego wychylenia cząstki ciała drgającego.
 35. Element — składnik.
 36. Efekt — w naszym wypadku zjawisko.
 37. Stojak — słup drewniany służący do podparcia stropu.
 38. Ława chodnikowa. — mocna warstwa węgla w pokładzie, pod którą prowadzi się chodniki.
 39. Stropnica — pozioma poprzeczna, pod którą stawia się słupy dla podparcia stropu. Jedna stropnica i dwa stojaki stanowią całość.
 40. Po rozciągłości — na płaszczyźnie nachylonej w każdym punkcie można poprowadzić linię poziomą. Poziome pędzenie chodników w pokładzie nachylonym — nazywamy pędzeniem chodników po rozciągłości.
 41. System filarowy poprzeczny — zabierki (filary) prowadzone są z dowierzchni.
 42. Obwał ociosów — obsunięcie się popękanych pionowych ścian wyrobiska.
 43. Grupa siodłowa — najważniejsza grupa pokładów w polskim zagłębiu węglowym.
 44. Przecinka — krótki chodnik łączący dwa wyrobiska górnicze.
 45. Deformacja — zniekształcenie.
 46. Zwis — powierzchnia stropu nie zawalona, na której zauważyć można ugięcie skutkiem siły ciężkości.
 47. Popęd chodników — inaczej posuw przodków chodnikowych przez wybieranie węgla.
 48. Woda spągowa — woda płynąca po spągu pokładu.
 49. Kapitałne roboty — najważniejsze przygotowawcze roboty górnicze, jak szyby, główne przekopy, główne chodniki.
-

T R E Ś Ć

	Strona
Dlaczego występują tąpnięcia	1
Jak występują tąpnięcia	11
Różne zjawiska poprzedzające tąpnięcia	32
Jak zapobiegać lub osłabiać skutki wstrząsów i tąpnięć	37
Główne zasady unikania tąpnięć	40
Objaśnienia	45

Cykl: Górnictwo — obejmuje szereg zeszytów, z których dotychczas ukazywały się:

- I. Górnicza eksploatacja ropy i podziemna gazyfikacja węgla
- II. Miernictwo górnicze
- III. Przewietrzanie kopalń
- IV. Przeróbka ropy naftowej i gazu ziemnego
- V. Węgiel kamienny — pochodzenie i zastosowanie
- VI. Wstrząsy i tąpnięcia w kopalniach węgla

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, 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) przysyłając zgłoszenia do Ekspozytury Wojewódzkiej „Domu Książki” w Warszawie, ul. Foksal Nr 17, konto w PKO Nr I-4745/110.

Jeżeli będą Czytelnikowi 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

Chotiłowska L. — 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 Folfesiński 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. — Tusze i ich otrzymywanie, str. 47 + 1 nlb., ilustr. 14, cena zł 2,40

Szpor St. — Piorun, str. 31 + 1 nlb., ilustr. 10, cena zł 1,20

Wittels H. — 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“.

