

ZNACZENIE BADAŃ TEKTONICZNYCH W KOPALNIACH GŁĘBINOWYCH

UKD 550.8:551.24:622.272.2/3:622.5+622.83

Znajomość budowy tektonicznej złoża stanowi jeden z ważniejszych elementów poprzedzających praktyczną działalność górniczą. Zagadnienie to posiada często nie mniejsze znaczenie aniżeli dane dotyczące procentowej zawartości składnika użytecznego oraz miąższości złoża. Z literatury znane są przykłady złóż lub ich części, które nie mogą być przedmiotem eksploatacji z uwagi na skomplikowaną budowę tektoniczną. W poszczególnych etapach rozwoju zakładu górniczego wymagana jest różna dokładność poznania zjawisk tektonicznych. Przy projektowaniu kopalni, dla zlokalizowania szybów i głównych poziomów wydobywczych wystarcza przeważnie ogólny obraz budowy złoża, określający kierunki jego rozciągłości i upadu oraz przebieg głównych dyslokacji tektonicznych. W okresie eksploatacji istotną rolę odgrywają już deformacje i zaburzenia w zaleganiu warstw o amplitudzie 1—2 m. Zjawiska tektoniczne nie tylko rzutują na przestrzenny schemat kopalni, ale wywierają również wpływ na warunki hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie.

Szeregu spostrzeżeń w tym zakresie dostarczyła budowa kopalń w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym. Omawiany obszar złoża udokumentowany został za pomocą wierceń w siatce o boku $1,5 \times 1,5$ km, a dla niektórych terenów $1,1 \times 1,1$ km. Dopiero w kategorii C₁ określono położenie podtrzęsiorzędowych wychodni cechu stynu, przebieg i amplitudę zrzutów głównych dyslokacji oraz generalne zmiany kierunków i wielkości upadu złoża (5). Rozpoznanie przeprowadzone za pomocą otworów wiertniczych nie wyjaśniło jednak szeregu istotnych problemów tektonicznych. Przede wszystkim w warunkach złoża miedzi monokliny przedsudeckiej nie były możliwe do wykrycia na tej drodze wszystkie dyslokacje o zrzutach parometrycznych i mniejszych. Ponadto nie znany był również charakter stref dyslokacyjnych oraz kąty nachylenia płaszczyzn uskokowych (10, 12). Nie uzyskano także informacji na temat przestrzennej orientacji spękań i szczelin, rys ślizgowych oraz osi drobnych fałdów. Brak danych w zakresie powyższej problematyki nie pozwalał oczywiście na stworzenie obrazu budowy tektonicznej złoża, dostatecznie ścisłego dla potrzeb eksploatacji.

Z przedstawionych względów główny ciężar rozpoznania zjawisk tektonicznych musi spoczywać na badaniach i obserwacjach wykonywanych w wyrobiskach górniczych. Badania te powinny posiadać charakter kompleksowy, tj. obejmować wszystkie zaburzenia i deformacje skał, niezależnie od ich wielkości i formy. W praktyce górniczej ze względu na przestrzenną budowę kopalni zwraca się głównie uwagę na większe dyslokacje, których obecność rzutuje bezpośrednio na wykonywane roboty górnicze. W celu wykrycia jednak ogólnych prawidłowości budowy tektonicznej złoża konieczne jest rejestrowanie również struktur drobnych, o amplitudzie wyrażającej się w centymetrach. Stwierdzenie to wynika z faktu, że zarówno deformacje duże, jak i małe powstają zwykle w wyniku działania analogicznych sił. Poza kompleksowym charakterem badań tektonicznych w kopalniach drugim niezbędnym warunkiem jest ich masowość. Szerszy zakres obserwacji może bazować przede wszystkim na deformacjach drobnych, które z reguły są znacznie liczniejsze od deformacji o amplitudach rzędu dziesiątków metrów.

Potrzeba badań tektonicznych w kopalniach wpływa więc przede wszystkim z istniejących rozbieżności między danymi uzyskanymi na podstawie wierceń, a stanem faktycznym. Sytuacja taka jest typowa dla ogromnej większości złóż występujących na dużej

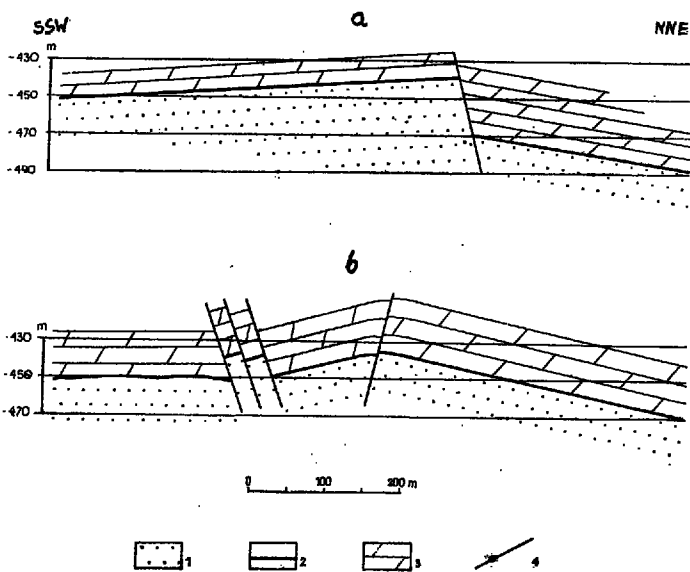
głębokości i pod znacznym nadkładem luźnych osadów. Wiarygodność informacji uzależniona jest w tej sytuacji od nasycenia terenu punktami badawczymi (otworami) oraz stopnia skomplikowania budowy geologicznej terenu. Koszty związane z zagęszczaniem siatki wiertniczej wzrastają na ogół niewspółmiernie w stosunku do korzyści uzyskanych w zakresie rozpoznania charakteru strukturalnego złoża. Dążenie do skonstruowania obrazu tektoniki złoża, opartego na obserwacjach wykonanych w wyrobiskach górniczych stwarza zatem jedyną możliwość poprawnego rozwiązania problemu. Zebranie dostatecznie szerokiego materiału obserwacyjnego uzależnione jest od tempa robót górniczych oraz stopnia skomplikowania tektoniki. Na ogół dopiero okres eksploatacji złoża stwarza możliwość szerszego przeprowadzenia badań, z uwagi na odsłonięcie wyrobiskami większej powierzchni. Dlatego też uzyskanie praktycznych korzyści z badań tektonicznych w zakresie rozwiązywania różnorodnych problemów górniczych jest możliwe dopiero po pewnym okresie czasu.

Rola zjawisk tektonicznych w toku budowy kopalni oraz eksploatacji kopaliny sprowadza się do następujących zagadnień:

- 1) oddziaływanie zaburzeń i deformacji tektonicznych na przestrzenną budowę złoża,
- 2) wpływ zjawisk tektonicznych na warunki hydrogeologiczne,
- 3) wpływ powierzchni nieciągłości tektonicznych na geologiczno-inżynierskie własności górotworu,
- 4) rola zjawisk tektonicznych w kształtowaniu wielkości strat złożowych.

Wymienione zagadnienia są ze sobą ściśle powiązane, każde z nich ma jednak swoją odrębną specyfikę.

Rozpoznanie tektoniki złoża ułatwia dostosowywanie orientacji przestrzennej wyrobisk górniczych do naturalnych warunków geologicznych. Niezbędna do tego jest znajomość przebiegu uskoków i osi fałdów, ich amplitudy oraz rozmieszczenia deformacji w poziomie złoża. Przebieg przypuszczalnych uskoków w dokumentacji geologicznej opiera się głównie na konstrukcjach geometrycznych oraz ogólnych przesłankach geologicznych. Podstawy te mogą być często zawodne, chociażby z tego względu, że dopuszczają zwykle istnienie paru wariantów przestrzennej budowy złoża (6). Niezgodności w zaleganiu określonej serii litologicznej występujące między dwoma otworami wiertniczymi mogą być wywołane obecnością uskoku, paru uskoków o mniejszych zrzutach lub stanowią efekt występowania struktury fałdowej. Trafne rozpoznanie w tym względzie posiada istotne znaczenie w działalności górniczej. Liczne przykłady różnic w rozpoznaniu stref dyslokacyjnych na podstawie wierceń oraz poziomych robót górniczych znane są z terenu kopalni miedzi monokliny przedsudeckiej. Przypuszczalny uskok Szklar Górnych, którego amplitudę i przebieg na obszarze kopalni Lubin określono pierwotnie za pomocą wierceń, w rzeczywistości reprezentowany jest przez strefę dyslokacyjną o znacznie bardziej skomplikowanej budowie i innym przebiegu (ryc. 1). Jest to zjawisko typowe na obszarze występowania złoża miedzi i zarazem bardzo niekorzystne z punktu widzenia robót górniczych. Podobne rozbieżności ilustruje przykład z kopalni Polkowice (ryc. 2). Niezgodność w stosunku do dokumentacji geologicznej polega zarówno na zmianie lokalizacji uskoków, jak i odmiennej budowie przestrzennej złoża w strefie szerokości kilkuset metrów. Nierzadko również spotykamy się z odmiennym kierunkiem przebiegu stref dyslokacyjnych. W ramach



Ryc. 1. Przekrój geologiczny przez uskoki Szklary Górnych w oparciu o rozpoznanie otworami wiertniczymi (a) i wyrobiskami w kopalni (b). Kopalnia Lubin.

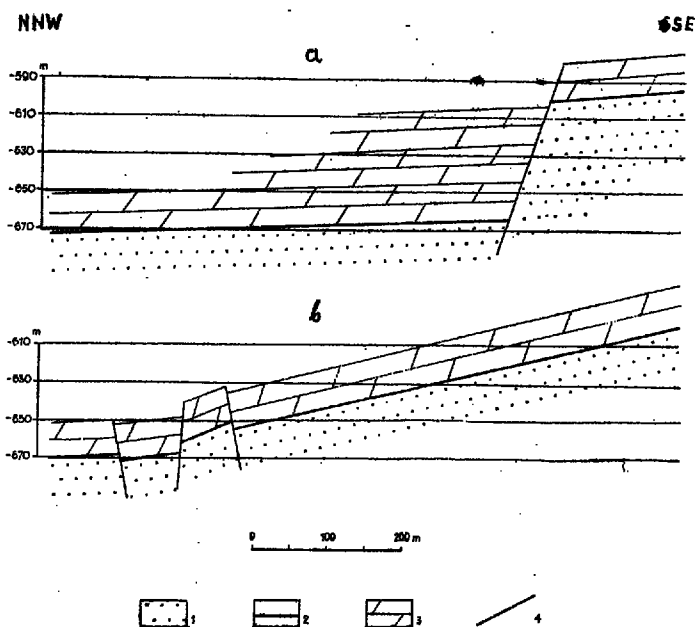
1 — piaskowce białego i czerwonego spągowca, 2 — łupki miedzionośne, 3 — wapień i dolomity cechsztynu, 4 — uskoki.

Fig. 1. Geological cross-section through Szklary Górne fault, based on (a) borehole data, and (b) data gathered in the course of mining works. „Lubin” mine.

1 — „White Rotliegendes” and Rotliegendes sandstones, 2 — copper-bearing slates, 3 — Zechstein limestones and dolomites, 4 — fault.

aktualizowania kopalnianej dokumentacji geologicznej należałoby więc nie tylko rejestrować nowe fakty z zakresu tektoniki, ale również przeprowadzać analizy porównawcze między stanem rozpoznania otworami wiertniczymi i wyrobiskami w kopalni.

Masowe pomiary i obserwacje spękań, uskoków i fałdów dostarczają materiału statystycznego, który ułatwia prognozowanie w zakresie występowania deformacji tektonicznych w częściach złoża nie rozpoznanych jeszcze wyrobiskami górniczymi. Zasadniczą rolę w tym względzie odgrywa określenie generalnych kierunków uskoków oraz współzależności wiekowych zachodzących między nimi. Ustalenie chronologii powstawania poszczególnych systemów uskoków pozwala na przewidywanie obrazu intersekcyjnego w wyrobiskach górniczych (ryc. 3). Uogólnienia w tym zakresie stanowią podstawę do zmiany schematu tektoniki w częściach obszaru górniczego jak również na terenie sąsiadującym z kopalniami, gdzie wykonywane są dopiero wiercenia i dokumentowane są nowe partie złoża. Jest więc to przykład wymiernych efektów praktycznych wynikających z badań podstawowych oraz korzystnego wiązania przyrodniczych elementów rozpoznania złoża z zagadnieniami technicznymi (1). Analogiczne znaczenie posiada ustalenie związków czasowych między uskokami i strukturami fałdowymi. Wcześniejsze powstanie dyslokacji nieciągłych sprawia, że fałdowanie mogło przebiegać niezależnie w poszczególnych blokach tektonicznych, a w związku z tym ukształtowanie powierzchni strukturalnych złoża po obydwu stronach uskoku może być całkowicie odmienne. W tej sytuacji rozpoznanie wyrobiskami górniczymi morfologii struktury fałdowej w skrzydle wiszącym nie daje żadnych wskazówek na temat warunków zalegania złoża w skrzydle zrzuconym.

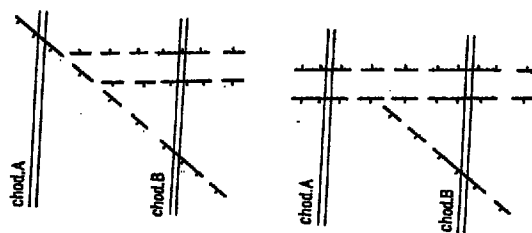


Ryc. 2. Przekrój geologiczny przez uskoki Biedrzychowej w oparciu o rozpoznanie otworami wiertniczymi (a) i wyrobiskami w kopalni (b). Kopalnia Polkowice.

Objaśnienia jak na ryc. 1.

Fig. 2. Geological cross-section through Biedrzychowa fault, based on (a) borehole data, and (b) data gathered in the course of mining works. „Polkowice” mine.

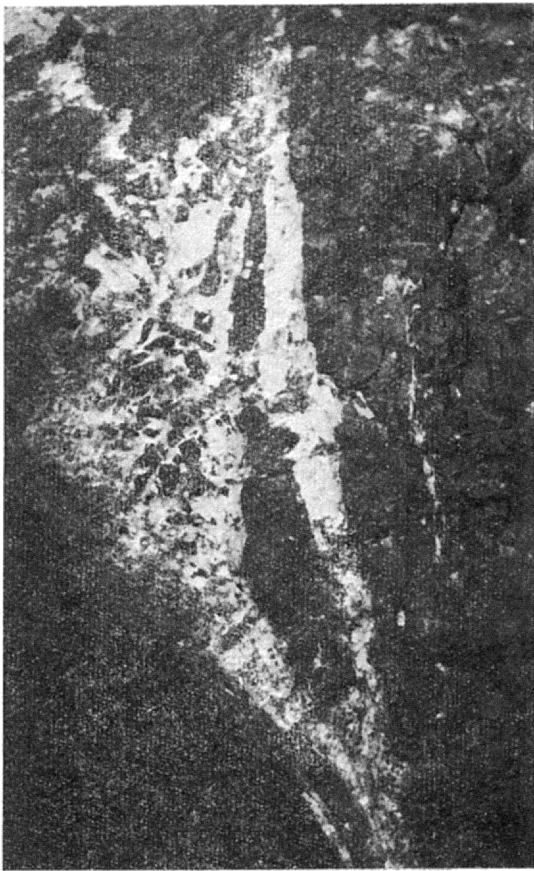
Explanations as in Fig. 1.



Ryc. 3. Wpływ następstwa wiekowego uskoków na ich przebieg intersekcyjny w wyrobiskach górniczych. Różny przebieg dyslokacji w chodniku A przy zachowaniu niezmiennego układu w chodniku B.

Fig. 3. Effect of age succession of faults on their intersectional course in underground workings. Differences in the course of the dislocations observed in A drive; in turn, pattern of dislocations remains unchanged in B drive.

Dla szczegółowego rozpoznania budowy geologicznej złoża istotne znaczenie ma sprawa odpowiedniego nazewnictwa dyslokacji tektonicznych. Odgrywa ona tym większą rolę, że obraz tektoniczny uzyskany na podstawie robót górniczych nie pokrywa się z pierwotnym obrazem skonstruowanym w oparciu o wiercenia. Ponadto nazewnictwo uskoków ułatwia przeprowadzenie ich przestrzennej korelacji, a także sporządzanie kopalnianej dokumentacji geologicznej. W odniesieniu do złoża miedzi monokliny przedśudeckiej udostępnienie zbyt małego jeszcze obszaru robotami górniczymi nie pozwala na nadanie nazw poszczególnym dyslokacjom stwierdzonym w kopalniach,



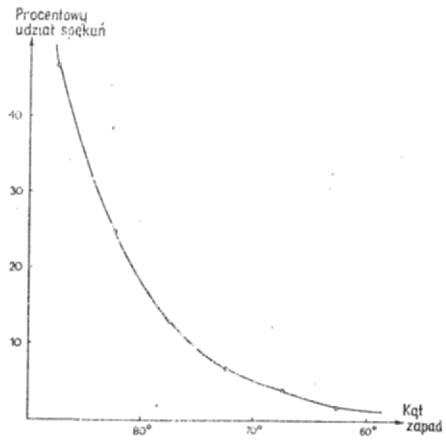
Ryc. 4. Wtórne wypełnienie szczeliny w dolomitach przez baryt. Kopalnia Polkowice.

Fig. 4. Secondary infilling of fissure in dolomites with barite. „Polkowice” mine.

możliwe natomiast jest określenie zasad stosowania nazewnictwa. W związku z nierównomiernym rozprzestrzenieniem uskoków na omawianym terenie celowe wydaje się wprowadzanie regionalnych nazw geograficznych dla całych stref tektonicznych. W miarę możliwości powinny one nawiązywać do symboliki stosowanej dotychczas w dokumentacji geologicznej.

Procesy tektoniczne oddziałują w szerokim zakresie na układ hydrogeologiczny panujący w górotworze, a także na hydrogeologiczne własności skał. Współzależności są wyraźnie zauważalne, zwłaszcza w skałach zwięzłych i zbitych, w których przepuszczalność międzyziarnowa praktycznie nie istnieje lub jest silnie ograniczona. W takiej sytuacji poznanie prawidłowości budowy tektonicznej stwarza zarazem lepsze możliwości określenia warunków hydrogeologicznych. Obok charakteru oraz częstotliwości występowania i zasięgu szczelin i stref dyslokacyjnych istotny wpływ na wielkość zawadnienia wywiera kwestia wieku uskoków (9). Genetyczny związek dyslokacji z różnymi fazami ruchów tektonicznych określa ich zasięg w profilu pionowym, a więc i różne możliwości kontaktów z warstwami wodonośnymi. Nie bez znaczenia jest również znajomość mechaniki tworzenia się uskoków; przemieszczenia typu kompresyjnego ograniczają na ogół powstawanie otwartych szczelin, stąd też strefy z punktu widzenia hydrogeologicznego stanowią znacznie mniejsze zagrożenie dla wyrobisk górniczych. Zjawiskom tektonicznym towarzyszą często dwa przeciwstawne sobie procesy, a mianowicie wypełnianie szczelin substancją mineralną oraz krasowienie skał węglanowych. Tego typu zmiany obserwuje się w utworach wapienno-dolomitowych monokliny przedsudeckiej.

Powszechne wypełnienie pustek w skałach przez gips, baryt i kalcyt zniwelowało w ogromnym stopniu



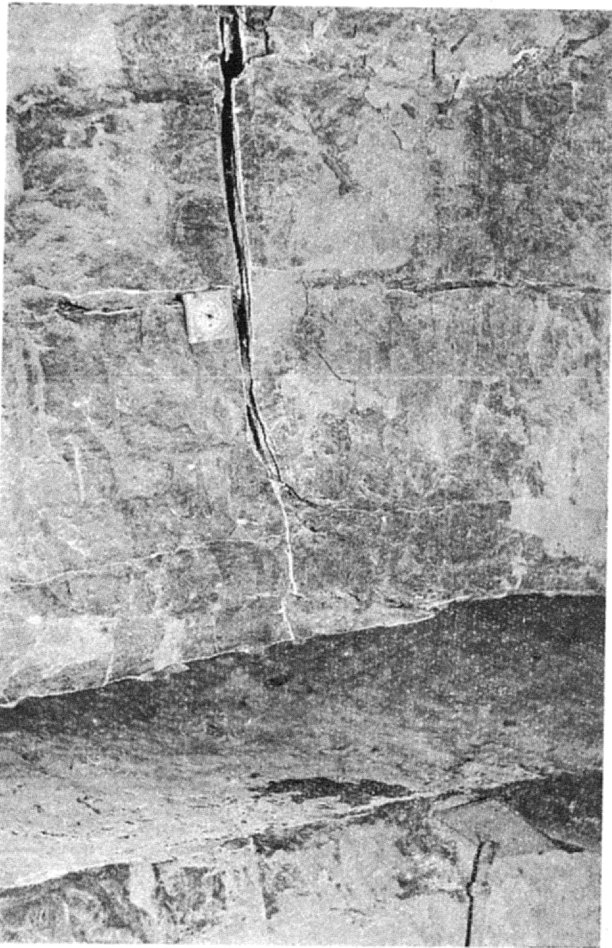
Ryc. 5. Krzywa kątów zapadu spękań w serii wapienno-dolomitowej cechsztynu.

Fig. 5. Curve showing dips of fractures in Zechstein limestone — dolomite series.

oddziaływanie tektoniki na zawadnienie złoża (ryc. 4). Obecność żył gipsu i barytu grubości kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu centymetrów wskazuje, że bez powyższych procesów mineralizacji mielibyśmy do czynienia w wyrobiskach górniczych z dopływami wody trudnymi do opanowania. Duże znaczenie praktyczne ma również określenie stopnia zawadnienia uskoków należących do różnych systemów kierunkowych. Znajomość tego typu prawidłowości ułatwia prognozowanie warunków hydrogeologicznych oraz stopnia zagrożenia wodnego w wyrobiskach górniczych. W przypadku kopalń miedzi na monoklinie przedsudeckiej nie stwierdzono takiej prawidłowości; nie rzadko ten sam uskok na różnych odcinkach wykazuje zmienną wielkość zawadnienia co zmusza do stosowania stałych środków ostrożności. Stwierdzenie to pozornie przeczy poprzednim uwagom, stanowi jednak również efekt paroletnich obserwacji i doświadczeń, a zarazem określa metodykę i zakres badań stref dyslokacyjnych.

Bezpośrednio nad złożem miedzi występuje kompleks skał węglanowych, który zwłaszcza w strefach zaburzonych tektonicznie przewodzi wody typu szczelinowego. W celu zmniejszenia stopnia zagrożenia dla wyrobisk górniczych wodami tego poziomu, wykonywane są w kopalni, pionowe otwory drenażowe. Badania zjawisk szczelinowatości i spękań wykazały, że tego typu powierzchnie nieciągłości mechanicznej nachylone są z reguły bardzo stromo; 73% spękań i szczelin zapada pod kątem 81 do 90° (ryc. 5). W tej sytuacji pionowe otwory drenażowe przecinają minimalną ilość spękań i szczelin, które mogą stanowić drogi krążenia dla wody, co znacznie zmniejsza zamierzony efekt odwodnienia górotworu. Mając na względzie również zasięg tych otworów należałoby je orientować pod kątem około 55° w stosunku do poziomu, a wówczas przy tych samych nakładach pracy uzyskane korzyści będą znacznie większe.

Deformacje tektoniczne w dużym stopniu kształtują geomechaniczne właściwości górotworu i w konsekwencji wpływają zarówno na techniczne warunki wykonywania robót górniczych, jak i na bezpieczeństwo pracy. Powierzchnie nieciągłości strukturalnej prowadzą z reguły do obniżenia mechanicznej wytrzymałości skał. Określenie przebiegu odkształceń tektonicznych informuje więc równocześnie o orientacji stref największych osłabień w górotworze. Z uwagi na skalę zjawisk, powyższa zmienność cech fizycznych nie jest z reguły możliwa do ujawnienia na drodze laboratoryjnych badań parametrów wytrzymałościowych skał. W sposób najbardziej powszechny górotwór osłabiają spękania oraz powierzchnie ułatwienia i złupkowania, wzdłuż których zaznacza się naturalna oddzielność skał. Wpływ zjawisk tektonicznych charakteryzują trzy parametry; orien-

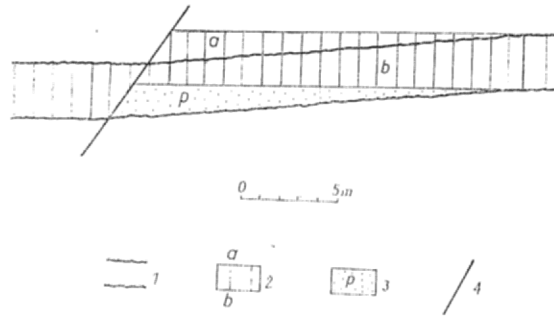


Ryc. 6. Tworzenie się szczelin poziomych i pionowych wskutek deformowania się warstw wapieni i dolomitów wywołanego eksploatacją.

Fig. 6. Formation of horizontal and vertical fractures in result of deformations of limestone and dolomite layers related to exploitation.

tacja przestrzenna powierzchni nieciągłości, częstotliwość występowania oraz ich zasięg. Równoległe do głównego kierunku deformacji tektonicznych mamy do czynienia z najmniejszą zmiennością własności geomechanicznych górotworu, natomiast prostopadle do niego z największą. Powyższa cecha stanowi więc przejaw pewnej anizotropii własności wytrzymałościowych całego ośrodka.

W obszarze występowania złoża miedzi monokliny przedsudeckiej wybitnie uprzywilejowanym kierunkiem zarówno w odniesieniu do przebiegu spękań, uskoku, jak i osi fałdów jest kierunek NW-SE z możliwością odchylenia na NNW-SSE oraz WNW-ESE. Uskoki o takiej orientacji stanowią około 70% wszystkich dyslokacji nieciągłych. Jest to więc kierunek największego osłabienia górotworu, ponieważ obejmuje strefy o największej ilości powierzchni nieciągłości mechanicznej, wzdłuż których spójność skał jest bardzo osłabiona lub nie istnieje w ogóle. Wyrobiska górnicze zorientowane w kierunku NE-SW, a więc prostopadle do przebiegu tych stref prowadzone są w najbardziej zróżnicowanych warunkach geologiczno-inżynierskich. Najbardziej niekorzystny jest układ, w którym wyrobiska wykonywane są bezpośrednio w strefie osłabień strukturalnych, a zarazem zgodnie z jej przebiegiem. W sytuacji takiej duża powierzchnia odsłonięcia na ociosach wyrobisk umożliwia łatwe odpajanie się bloków skalnych, co stwarza zagrożenie dla załogi i wymaga stosowania wzmocnionej obudowy.



Ryc. 7. Powstawanie strat złożowych i zubożenia rudy w wyniku eksploatacji w strefie uskokowej.

1 — wyrobisko górnicze w przekroju, 2 — złożo bilansowe; a — część pozostawiona, b — część wyeksploatowana, 3 — skała płonna, 4 — uskok.

Fig. 7. Deposit loss and impoverishment of ores resulting from exploitation in the fault zone.

1 — cross-section of working, 2 — economical deposit: a — non-exploited part, b — exploited-out part; 3 — barren rock, 4 — fault.

W oddziaływaniu zjawisk strukturalnych na wyrobiska górnicze należy wyróżnić dwa stadia: 1) w odniesieniu do wyrobisk chodnikowych kiedy w górotworze istnieje jeszcze pewien stan równowagi, nie naruszony w sposób istotny przez roboty górnicze; 2) stadium eksploatacji, w którym górotwór ulega deformacjom i przemieszczeniom, przede wszystkim wzdłuż naturalnych powierzchni nieciągłości. W okresie tym ujawniają się strefy spękań, które poprzednio nie odgrywały istotnej roli.

Ujawnianie się wpływów tektoniki w trakcie wykonywania robót górniczych uzależnione jest w znacznym stopniu od własności litologicznych skał. W skałach zwięzłych o dużej wytrzymałości, które na omawianym terenie reprezentowane są przez wapień i dolomity, kierunkowość cech strukturalnych zaznacza się lepiej. W utworach piaskowca białego i czerwonego spągowca o małej spójności większą rolę odgrywa orientacja wyrobisk. W wyniku powstawania stref odprężenia oddzielają się płyty piaskowca zorientowane równoległe do ociosów wyrobisk górniczych. Proces ten ma charakter ciągły, obejmując coraz głębsze partie górotworu. Potęguje się wraz ze wzrostem wysokości odsłonięcia, a także w przypadku zgodności kierunkowej wyrobisk i spękań pochodzenia tektonicznego. Powierzchnia oddzielających się płyt może osiągać kilkanaście metrów kwadratowych. W jednym z pól górniczych kopalni Lubin prowadzono wyrobiska w piaskowcach białego spągowca, zorientowane w kierunku W-E i N-S. Wyrobiska o przebiegu południkowym tworzyły kąt ostry z głównym systemem spękań, który w tej części złoża posiada rozciągłość NNW-SSE. Powyższa zbieżność kierunków sprawiała, że odpajanie się płyt piaskowca na ociosach wyrobisk o orientacji N-S było wielokrotnie silniejsze, aniżeli w chodnikach o przebiegu W-E. Zjawisko to odegra szczególnie dużą rolę przy udostępnianiu części złoża, w których furta eksploatacyjna będzie osiągała znaczne wysokości, z uwagi na głęboko sięgającą w piaskowce mineralizację siarczkami miedzi.

Rola deformacji tektonicznych oraz systemów spękań zdecydowanie wzrasta w okresie eksploatacji. Licznych przykładów na ten temat dostarczyła dotychczasowa eksploatacja w kopalni Lubin, a zwłaszcza złoże badawcze zlokalizowane nad częścią złoża eksploatowaną systemem ścianowym i filarowo-komorowym. Zebrane w tym czasie obserwacje wskazują, że na sposób deformowania się stropu nad wybraną przestrzenią znaczny wpływ wywiera ułwaczenie skał oraz przebieg głównych systemów spę-

kań. Obniżanie się stropu następowało w wyniku uginania się rozwarstwiania dolomitów. Szczeliny między ławicami osiągały wysokość dochodzącą do 0,5 m (ryc. 6). W powyższym układzie poszczególne warstwy znajdowały się w stanie naprężenia, które ulegało rozładowaniu wskutek pęknięcia skał wzdłuż stromo ustawionych powierzchni. Konsekwencją tego procesu było wytworzenie szeregu bloków poprzecznych względem siebie w pionie. Zarówno pęknięcie, jak i przemieszczanie się bloków skalnych następowało wzdłuż istniejących w górotworze kierunków spękań, a zwłaszcza żył gipsu o dużym zasięgu przestrzennym. Deformacje stropu nie pokrywają się więc ściśle z orientacją frontu eksploatacji, lecz z przebiegiem głównego kierunku spękań, który wykazuje największą zbieżność kątową. Przykładowo front ścian doświadczałnej przebiegał N—S, natomiast spękania i szczeliny reprezentowały rozciągłość NNW—SSE, zgodnie z którą następowało przede wszystkim pęknięcie skał stropowych.

Doświadczenia górnicze wykazują, że w przypadku zgodności kierunkowej frontu eksploatacji ścianowej z głównym kierunkiem spękań następują często zawaly. Dotyczy to zwłaszcza takich sytuacji, kiedy skały stropowe są kruche i odznaczają się niskimi parametrami wytrzymałościowymi. Tego typu zjawiska znane są zarówno w kopalni węgla, jak i rud (2, 7). Zagadnieniom tym poświęca się dużo uwagi w górnictwie węglowym. W zarządzeniach resortu górnictwa nakłada się na służbę geologiczno-mierniczą obowiązek prowadzenia odpowiedniej dokumentacji, zawierającej dane na temat kierunków spękań w pokładach węgla oraz w skałach nadległych (8).

W przypadku eksploatacji złoża systemem filarowo-komorowym, który stosowany jest powszechnie w kopalniach miedzi monokliny przedsudeckiej, związek odkształceń górotworu z głównymi kierunkami tektonicznymi zaznacza się mniej wyraźnie. Wynika to z faktu pozostawiania filarów podporowych oraz braku jednoznacznie określonej linii frontu eksploatacji. Tym niemniej pęknięcie górotworu oraz odpajanie się bloków skalnych, zwłaszcza na ociosach, również wykazuje cechy kierunkowości. Wpływ tektoniki na orientację powstających szczelin uzewnętrznia się przede wszystkim w końcowej fazie eksploatacji danego pola górniczego.

Strefy dyslokacyjne mogą również stanowić dodatkowy czynnik, ułatwiający powstawanie zjawiska tępów w kopalniach. Nie wnikając czy przyczyną tępów są współczesne wstrząsy sejsmiczne, czy też wyłącznie sama eksploatacja (13), udział dyslokacji określa sam fakt istnienia dużych niejednorodności mechanicznych górotworu. Dotyczy to zwłaszcza uskoków, w sąsiedztwie których skały występują w stanie naprężenia, niezupełnie rozładowanego w momencie tworzenia się deformacji. W tym przypadku tektonika współdziała z szeregiem innych czynników warunkujących powstawanie tępów.

Zjawiska tektoniczne stanowią jeden z istotnych elementów wpływających na wielkość strat złożowych. Tego typu straty reprezentowane są przede wszystkim przez części złoża pozostawione w filarach bezpieczeństwa wzdłuż uskoków, a także partie złoża o intensywnym zdyslokowaniu, uniemożliwiającym eksploatację (4). Powstawanie strat złożowych oraz zubożenia rudy skałą płoną ma również miejsce w przypadku pojedynczych uskoków o małych zrzutach, dla których nie pozostawia się filarów bezpieczeństwa. Przy prowadzeniu eksploatacji w strefie uskokowej (ryc. 8) pozostaje niewybrana część złoża (a), a jednocześnie następuje zubożenie rudy przez wydobycie części skały pionnej (p). Mechanizacja robót uniemożliwia w tym przypadku stosowanie selekcji materiału. W omawianym przekroju (ryc. 7) pozostawiona część złoża (a) stanowi 31% zasobów występujących w bloku a + b, a więc tych zasobów, które byłyby wyeksploatowane w przypadku, gdyby nie istniała dyslokacja. Granicę bloku a + b stanowi z jednej strony uskok, a z drugiej płaszczyna, w której wyrobisko ponownie odsłania w całości złożo. Odpowiednio udział skały pionnej wynosi 35%

w stosunku do zasobów bloku b + p, tj. wyeksploatowanych faktycznie w strefie uskoku. Długość odcinka, na którym wyrobisko eksploatacyjne usytuowane jest tylko częściowo w złożu, limitowana jest dopuszczalnym kątem nachylenia wyrobiska, który w przypadku stosowania urządzeń mechanicznych do ładowania i transportu urobku w kopalniach miedzi wynosi 6°. W podanym przykładzie rozpatrywano zagadnienie strat i zubożenia w płaszczynie przekroju. Metodą kolejnych przekrojów można obliczyć bezwzględne wartości wyrażone w tonach zarówno rudy pozostawionej w złożu, jak i skały pionnej zubożającej rudę, na całej długości określonego uskoku. W częściach złoża, gdzie mamy do czynienia z licznymi deformacjami nieciągłymi o niewielkich amplitudach tak straty, jak i zubożenie mogą odgrywać dużą rolę w zagadnieniu gospodarki złożem.

Oprócz znaczenia badań tektonicznych w rozległej problematyce geologiczno-górnicznej istnieje również zależność odwrotna, a mianowicie kopalnia stwarza bardzo korzystne warunki do przeprowadzania szeregu prac metodycznych w zakresie rozpoznawania tektoniki. Duża powierzchnia odsłonięć umożliwia doskonalenie metod badawczych oraz przeprowadzanie szczegółowych obserwacji, wykonanie których rzadko jest możliwe na powierzchni terenu. Wyrobiska górnicze pozwalają na ciągłość badań form tektonicznych w licznych przekrojach, co daje pojęcie o zmianie ich charakteru w przestrzeni. Śledzenie zaburzeń tektonicznych w różnych kompleksach skalnych dostarcza bogatego materiału do rozważań na temat współzależności między morfologią deformacji, a mechanicznymi własnościami skał. Udostępnienie złoża licznymi wyrobiskami górniczymi sprzyja wykonaniu dużej ilości pomiarów przestrzennej orientacji form tektonicznych, co pozwala na wyznaczenie wielkości reprezentatywnego zakresu pomiarów (12). Przyczynia się to również do ujawnienia zmian w przebiegu kierunków tektonicznych w przestrzeni. Na większych obszarach objętych działalnością górniczą systematycznie prowadzone badania tektoniczne mogą wносить istotny wkład w rozpoznanie budowy geologicznej określonych jednostek strukturalnych.

L I T E R A T U R A

1. Gruszczyk H. — Aktualne zagadnienia geologii złożowej w służbie górnictwa rudnego. Materiały na III Krajowy Zjazd Górnictwa Rud, SITG, 1971, Lubin.
2. Kidybiński A. — Wpływ łupności skał na przejawy ciśnienia górotworu. Prz. gór. 1962, nr 1.
3. Konstantynowicz E. — Wiarygodność danych geologicznych dla górnictwa rud miedzi. Rudy i Met. nieżel., 1964, nr 10.
4. Konstantynowicz E. — Wpływ czynników geologiczno-górnicznych na właściwą gospodarkę złożem rud miedzi. Materiały na II Krajowy Zjazd Górnictwa Rud, SITG, 1966, Katowice.
5. Konstantynowicz E., Preidl M. — Stan rozpoznania złoża rud miedzi monokliny przedsudeckiej. Rudy i Met. nieżel., 1969, nr 3.
6. Kozubski F. — Zagadnienie dokładności rezeznania tektoniki złóż za pomocą wierceń w świetle projektowania głębokich kopalń. Prz. geol., 1962, nr 12.
7. Kunysz N. — Warunki górnicze ścian zawalowych w kopalni Nowy Kościół. Rudy i Met. nieżel., 1964, nr 10.
8. Matysiak J., Bisek R., Tront L. — Kliważ w świetle przepisów oraz znaczenie znajomości głównych kierunków spękań w fazie projektowania rozciągłości złoża i jego eksploatacji. Materiały konferencyjne na temat „Kliważ skał karbońskich”. SITG, 1969, Katowice.
9. Połtowicz S. — Znaczenie rozpoznania wieku tektoniki przy dokumentowaniu złóż węgla kamiennego. Prz. geol., 1961, nr 6.

10. Preidl M. — Budowa tektoniczna obszaru Lubina i Sieroszowic. Prz. geol., 1967, nr 6.
11. Salski W. — Metodyka badań mezoskopowych zjawisk tektonicznych w wyrobiskach górniczych. Kwart. geol. (w druku).
12. Tomaszewski J. — Tektonika brzeżnej

- części monokliny przedsudeckiej. Rudy i Met. nieżel., 1963, nr 6.
13. Wierzchowska Z., Znański J. — Pochodzenie wstrząsów górotworu w Polskim Zagłębiu Węglowym. Problemy geodynamiki i tafań. Komitet Górnictwa PAN, 1972, Kraków.

SUMMARY

The paper shows a necessity of performing detailed tectonic surveys in mines. The surveys are especially necessary in the case of deposits occurring at great depth and characterized by highly complex tectonic structure, which preclude adequate recognition on the basis of borehole data. These factors may be responsible for differences between geological interpretation and actual geological setting of a deposit. In such situation the recognition of regularities in the tectonic structure is only possible on the basis of geological data concerning fracturing and fissures, faults, folds, and slickensides, gathered in the course of mining works. Current analysis of these data can make possible a more accurate reconstruction of spatial distribution of deposits and, hence, to verify the scheme of mine building and exploitation.

Knowledge of the tectonic structure is also important for the solution of some engineering-geological and hydrogeological problems in mining. This is evidenced by numerous examples from copper mines in the Fore-Sudetic monocline. Moreover, tectonic deformations have a negative effect on the magnitude of loss of deposit and they result in impoverishment of ores, particularly when the mining works are highly automatized. Structural studies in mines also contribute to both the improvement of methodology of mining works and the recognition of geological structure of a tectonic unit.

РЕЗЮМЕ

В статье обосновывается необходимость детальных тектонических исследований в подземных горных выработках. В особенности это касается месторождений, залегающих на больших глубинах и в сложных тектонических условиях, что в сильной степени затрудняет детальную разведку буровыми скважинами и приводит к значительным расхождениям между данными разведки и действительными условиями. Выявление закономерностей тектонического строения в таких случаях может основываться лишь на наблюдениях трещиноватости, сбросов, складок и зеркал скольжения, проводимых в горных выработках. Полученные таким путем сведения позволяют более детально определять пространственное положение рудной залежи и, следовательно, вводить корректуру в схему проходки и разработки залежи.

Изучение тектонического строения имеет важное значение и для инженерно-геологических и гидрогеологических мероприятий в горной промышленности. В этом отношении многочисленные примеры дают медные рудники Предсудетской моноклинали. Кроме того, тектонические нарушения являются причиной значительных потерь и обеднения добываемой рудной массы, особенно в условиях высокой механизации горных работ. Структурные наблюдения в горных выработках способствуют совершенствованию методики работ и изучению геологического строения определенных тектонических структур.