

Józef OBERC, Wojciech SALSKI

Fałdy i spękania w skałach dolnocechsztyńskich na obszarze szybu wschodniego kopalni Lubin

WSTĘP

Do czasu dojścia do złoża miedzi za pomocą szybów znajomość budowy geologicznej obszaru Lubin — Sierszowice opierała się na danych pochodzących z wierceń tworzących siatkę $1,5 \times 1,5$ km. Tego rodzaju materiał z natury rzeczy nie dostarcza szczegółowych danych dla tektoniki. Chociaż upad warstw i spękania skalne widoczne są w rdzeniach, to jednak nie jest znana orientacja przestrzenna tych elementów, tj. bieg warstw i kierunek ich upadu oraz przebieg szczelin i kierunek ich upadu. Dopiero roboty górnicze, które odsłoniły górotwór, pozwalają na dokonywanie bezpośrednich pomiarów elementów tektoniki dolnego cechsztynu.

BUDOWA GEOLOGICZNA OBSZARU

Budowa geologiczna bliższych i dalszych okolic szybu wschodniego w Lubinie została poznana na podstawie wierceń. Opracowali ją pracownicy zespołu dokumentującego złożę z Przedsiębiorstwa Geologicznego w Krakowie oraz z Instytutu Geologicznego w Warszawie. Dalszych materiałów dostarczyli geolodzy przemysłu naftowego, Kombinatoru Górniczo-Hutniczego Miedzi w Lubinie oraz geolodzy — pracownicy wyższych uczelni Wrocławia i Krakowa. Część tych materiałów została już opublikowana: J. Kłapciński (1964), E. Konstantynowicz (1959), J. Krasoń (1962), J. Oberc (1962), J. Oberc, J. Tomaszewski (1963), M. Podemski (1965), M. Preidl (1967), W. Salski (1965), J. Tomaszewski (1963), J. Wyżykowski (1958).

Schemat stratygraficzny tej części monokliny przedsudeckiej (wrocławskiej) przedstawia tab. 1.

Inwentarz stratygraficzny monokliny stanowią serie skalne począwszy od czerwonego spągowca do piaskowca pstrego. Podścielają je utwory krystaliczne, przynajmniej częściowo przedkambryjskie. Jednostkę tę ogranicza od południa i przecina system dyslokacyjny środkowej Odry. Dyslokacja odgraniczająca pod trzeciorzędem serie osadowe od krystalic-

niku bloku przedsudeckiego nosi nazwę uskoku środkowej Odry. Uskok ten na odcinku Lubina został nazwany przez autorów dokumentacji złoża uskokiem Olszy.

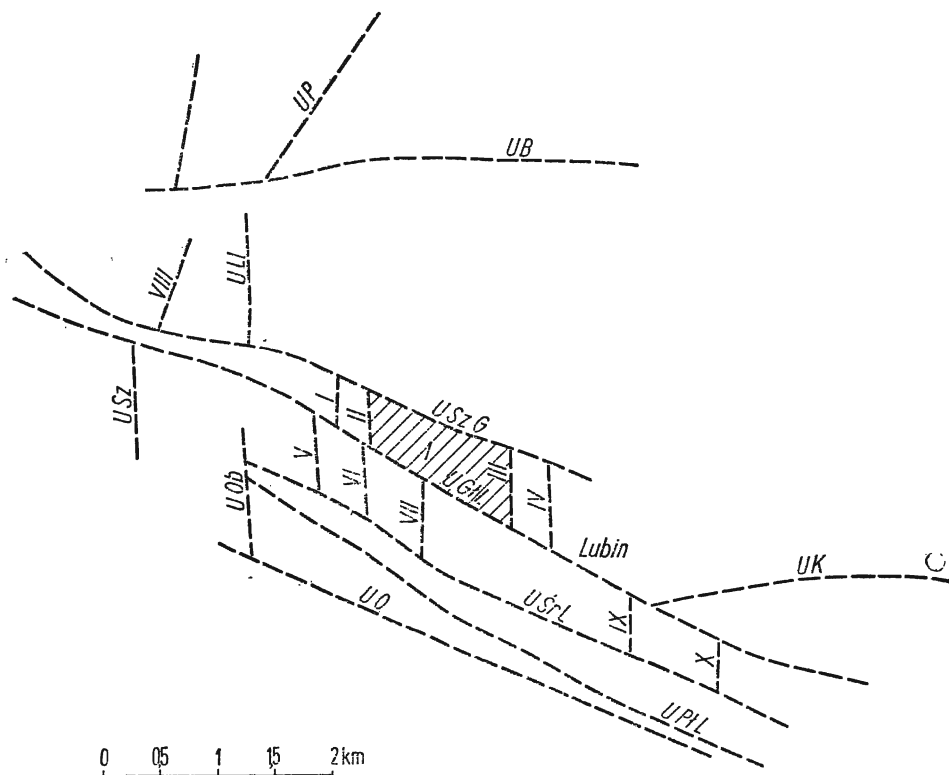


Fig. 1. Szkic tektoniczny rejonu Lubina (wg dokumentacji geologicznej Przedsiębiorstwa Geologicznego w Krakowie)

Tectonic sketch of the Lubin region (according to the geologic documentation of the Geological Enterprise in Cracow)

1 — teren badany; UB — uskok Biedrzychowej; UGHL — uskok główny Lubina; UK — uskok Kłopotowa; ULL — uskok Lubińskiego Lasu; UO — uskok środkowy Odry; UOb — uskok Obora; UP — uskok Pieszkowice; UPL — uskok południowy Lubina; USz — uskok szklarski; USzG — uskok Szklar Górnych; USrL — uskok środkowy Lubina

1 — area in study; UB — Biedrzychowa fault; UGHL — main fault of Lubin; UK — Kłopotów fault; ULL — fault of Lubiński forest; UO — fault of Middle Odra river; UOb — Obora fault; UP — Pieszkowice fault; UPL — south fault of Lubin; USz — Szklański fault; USzG — Szkla Górných fault; USrL — Middle fault of Lubin

Omawianą dyslokację przykrywają osady trzeciorzędowe, które leżą zarówno na krystaliniku przedsudeckim, jak i seriach wchodzących w skład monokliny, tj. czerwonym spągowcu, cechszynie i piaskowcu pstrym. Są one znacznie słabiej zdyslokowane niż seria monokliny.

Serie przynależne do monokliny przedsudeckiej (wrocławskiej) obserwowane w rdzeniach wykazują upady w granicach $2\div 6^\circ$, przy czym są one stromsze w pobliżu dyslokacji środkowej Odry. Przyjmuje się ogólnie, że upad utworów monokliny skierowany jest ku NE. Badania geo-

Tabela 1

Czwartorzęd	piaski, żwiry, gliny
Trzeciorzęd	piaski, żwiry, iły oraz mułowce z pokładami węgla brunatnego
Pstry piaskowiec	drobnoziarniste piaskowce szare i czerwone z wkładkami łożupków
Cechsztyń	seria łożupkowa — czerwone łożowce z żyłami i wtęczeniami gipsu
	seria anhydrytowa — anhydryty drobno- i średnioziarniste z przeławieniami dolomitów oraz szarych łożupków
	seria węglanowa — wapienie, dolomity oraz skały pośrednie
	czarne łupki miedzionośne
Czerwony spągowiec	białe piaskowce powstałe przez odbarwienie piaskowców czerwonego spągowca bądź ich redepozycję
	piaskowce różowe z wkładkami łożupków czerwonych i szarych
Krystalinik	(nawiercono amfibolity)

logów z Przedsiębiorstwa Geologicznego w Krakowie wykazały, że lokalnie upady skierowane są ku południowemu zachodowi.

W południowej części obszaru Lubina zaznacza się szereg uskoków o przebiegu WNW—ESE (fig. 1) w przybliżeniu równoległych do dyslokacji środkowej Odry, które wyznaczają rowy tektoniczne i zręby lub systemy schodowe i klawiszowe. Według dzisiejszego stanu rozpoznania budowy geologicznej najbardziej wysunięty na północ uskok Szklar Górnych, należący do tego systemu, kończy się koło Lubina i nie sięga dalej jak 1 km na północ od tego miasta. Są też w okolicach Lubina uskoki o kierunku południkowym. Ich zasięg na podstawie dotychczasowej znajomości budowy terenu ogranicza się do poszczególnych bloków wyznaczonych przez system dyslokacyjny środkowej Odry i nie przedłuża się poza poszczególne uskoki, należące do tego systemu. Uskok o kierunku równoleżnikowym znany jest z obszaru na wschód od miasta (uskok Kłopotowa). Zdaje się on wygasać również na dyslokacji środkowej Odry.

TEKTONIKA FAŁDOWA OBSZARU BADAŃ

Monoklina przedsudecka (wrocławska) stanowi północno-wschodnie skrzydło wielkiej struktury antyklinalnej, w której jądrze pojawia się krystalinik bloku przedsudeckiego. Przeciwne skrzydło tej struktury stanowią fałdy północno-wschodniej części synklinorium północnosudeckiego, które było sfałdowane w czasie ruchów laramijskich. Monoklinę tę możemy również traktować jako południowo-zachodnie skrzydło synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskiego, będącego również strukturą

laramijską. Monoklina leży więc w polu ruchów laramijskich i mimo płaskich upadów warstw ($2\div 6^\circ$ ku NE) jest częścią struktury fałdowej.

W wyrobiskach kopalni Lubin spotyka się płaskie fałdy. Są to wielkopromienne brachyantykliny i brachysynkliny wygasające na małych przestrzeniach i trudne do sprecyzowania na podstawie obserwacji w chodnikach. Wspomina o nich W. Salski (1965). W pobliżu dyslokacji obserwuje się ich przebudowę i niewątpliwą reorientację, np. w bloku tektonicznym, w którym znajduje się szyb wschodni kopalni Lubin, gdzie upad warstw skierowany jest ku południowemu zachodowi, przeciwnie jak na całym obszarze miedzionośnym. Istnieje prawdopodobieństwo odkrycia na terenie kopalnianym większych, w przybliżeniu równoleżnikowych, struktur fałdowych, których skrzydła południowe zapa-
dają ku południowi.

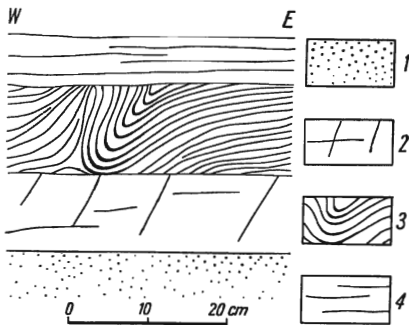


Fig. 2. Fałd w łupkach smolistych; orientacja osi w terenie $165/10^\circ$

Fold in pitch shales; orientation of axis in the terrain is $165/10^\circ$

1 — piaskowiec; 2 — ławica dolomitu; 3 — łupki smoliste; 4 — łupki o podzielności płytkowej

1 — sandstone; 2 — dolomite banks; 3 — pitch shales; 4 — shales characterized by platy parting

Najwyraźniejsze i łatwe do sprecyzowania struktury fałdowe zostały stwierdzone w obrębie łupków miedzionośnych. W różnych poziomach tych łupków pojawiają się podiagenetyczne struktury fałdowe. Są to płaskie antykliny wielkopromienne o amplitudach rzędu kilku centymetrów, fałdy umiarowe o amplitudzie kilku centymetrów i upadach skrzydeł do pionowych włącznie. Są też tu fałdy asymetryczne (fig. 2) obalone i złuszkowane. Część tych fałdów jest tak silnie złuszkowana, że brak w nich skrzydeł odwróconych i przegubów antyklinalnych. Przeguby te bywają zupełnie ścięte przez nasuniętą masę leżącego wyżej łupku miedzionośnego bez deformacji podiagenetycznej. Jeśli taka sama sytuacja istnieje w strefie przegubów synklinalnych, powstają oddzielone powierzchniami niezgodności tektonicznych fragmenty skrzydeł sprawiające wrażenie przekątnego warstwowania. Drobne fałdy omawianego typu mają niekiedy amplitudy rzędu milimetrów lub jednego centymetra (fig. 3).

Materiał, z którego zbudowane są drobne fałdy, nosi w języku tutejszych geologów kopalnianych nazwę łupku smolistego. Powstał on przez podiagenetyczne rozkruszenie litych łupków miedzionośnych przy ruchach dyferencjalnych śródwarstwowych. W tym czasie zostały też rozkruszone stromo ustawione żyły, głównie chalkozynowe, które urywają się na granicy łupków smolistych. W tej chwili wiadomo, że łupek smolisty zawiera więcej węgla organicznego i minerałów ilastych, a mniej węglanu wapnia i magnezu niż typowy łupek miedzionośny. W obrębie łupku smolistego spotyka się niekiedy gniazda i soczewy nieroztartego

łupku miedzionośnego. W świetle przedstawionych faktów drobne fałdy w obrębie łupków miedzionośnych należy traktować jako fałdy ciągnięte (włoczeniowe).

Wzdłuż biegu omawiane fałdy zanikają niekiedy na małych przeszczeniach. Upady ich osi bywają stromsze niż upady powierzchni sedymentacyjnych. Dowodzi to względnie silnego spiętrzenia tych struktur fałdowych.

Fig. 3. Zaburzenia tektoniczne w obrębie łupków smolistych. Rysunek z okazu; wielkość naturalna 10×24 cm

Tectonic disturbances in pitch shales. Design of a specimen; natural size = 10×24 cm

1 — struktury tektoniczne w obrębie łupku smolistego; 2 — łupek miedzionośny równolegle warstwowany (dolomityczno-łlasty); 3 — powierzchni nieciągłości tektonicznych

1 — tectonic structures in pitch shales; 2 — copper-bearing shale parallelly bedded (dolomite-clayey); 3 — planes of tectonic discontinuities

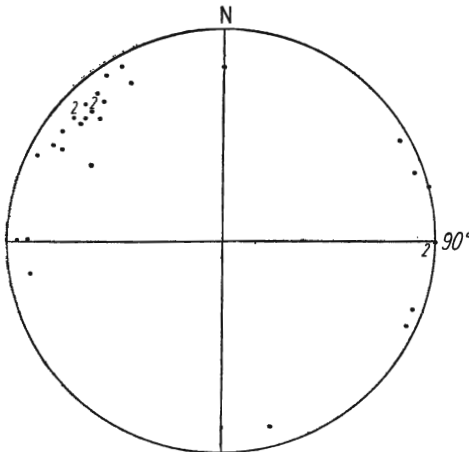
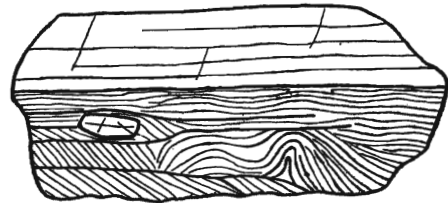


Fig. 4

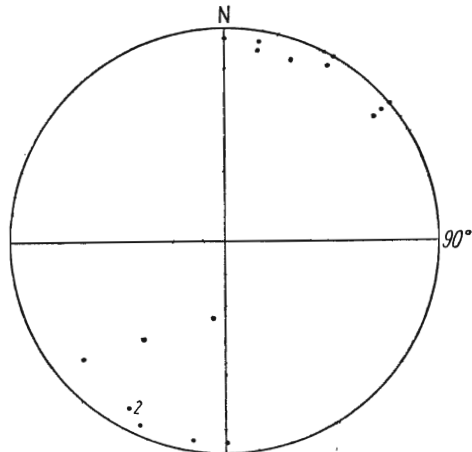


Fig. 5

Fig. 4. Diagram punktowy osi fałdów ciągniętych w łupkach smolistych; cyfra obok punktu oznacza ilość identycznych pomiarów; rzut półkuli dolnej

Point diagram of axes of drag folds in pitch shales; figure at the point presents the amounts of identical measurements; projection of lower hemisphere

Fig. 5. Diagram punktowy rys ślizgowych (A-lineacja)

Uwaga jak przy fig. 4

Point diagram of sliding scratches (A-lineation)

Remark as in Fig. 4

Orientację przestrzenną osi drobnych fałdów przedstawia fig. 4. Z diagramu tego wynika, że przebieg osi fałdów ciągniętych wykazuje kierunek NW—SE, przy czym przeważają upady osi skierowane ku NW.

Rzadko spotyka się upady ku W, E, ENE, N i S. W kilku przypadkach stwierdzono obalenie fałdów ku NE, co prowadzi do wniosku, że kierunek nacisku był SW—NE, a prawdopodobny transport tektoniczny skierowany ku NE. Ten ostatni wniosek wymaga jeszcze dalszych badań.

Fakty te są zgodne z danymi regionalnymi. Analogicznie przebiegają osie fałdów laramijskich w antyklinorium środkowopolskim i synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskim, a podobnie (WNW—ESE) w synklinorium północnosudeckim. Kierunek upadu niektórych powierzchni uskokowych ku SW dowodzi lokalnego kierunku transportu ku NE przy założeniu, że uskoki te związane są z kompresją.

Na powierzchniach łupku smolistego powszechnym zjawiskiem są ślizgi i lustra ustawione generalnie rzecz biorąc równolegle do powierzchni sedymentacyjnych pierwotnego łupku miedzionośnego. Powierzchnie te, nierówne, muszlowe, z licznymi owalnymi zagłębieniami i wypuściami, są silnie zlustrowane. Wzdłuż tych powierzchni łupek dzieli się i przy kruszeniu ujawnia coraz to nowe powierzchnie tego typu ustawione skośnie do siebie. Na powierzchniach zlustrowania widoczna jest bardzo wyraźna lineacja — rysy ślizgowe. Ich orientację przedstawia fig. 5. Wynika z niej, że rysy ustawione są w przybliżeniu prostopadle do osi fałdów ciągnionych, co znaczy, że są równolegowe z fałdami i wykazują kierunek ruchów dyferencjalnych, a po części nacisku tektonicznego. Orientacja rys ślizgowych potwierdza więc wniosek o kierunku przemieszczania mas skalnych wysnuty na podstawie orientacji osi fałdów ciągnionych.

Niekiedy na powierzchniach ślizgowych widoczny jest system mniej wyraźnych rys ustawiony względem systemu głównego pod kątem 70° . Dotychczas brak jeszcze dostatecznego materiału dla wytłumaczenia tego kierunku.

Podiagenetyczne ruchy poziome w płasko zalegającym kompleksie skalnym zbudowanym z kompetentnych (sztywnych) piaskowców i skał węglanowych wyładowały się w niekompetentnym (plastycznym) łupku miedzionośnym, który jest poziomem słabego zluźnienia węglanowych skał cechsztynu lub piaskowców dolnego permu. Zluźnienie to związane jest najprawdopodobniej z najsilniejszymi ruchami w obrębie serii permsko-triasowej, tj. z fazą laramijską. Osie powstałych w tym czasie fałdów ciągnionych musimy uznać za B-lineację. Zgodnie z symboliką stosowaną przez J. Oberca (1967) określimy je symbolem B_{L_a} (B-lineacja laramijska). Dla równoczesnych rys ślizgowych, które stanowią A-lineację laramijską, stosujemy symbol A_{L_a} .

Istnienie struktur fałdowych w obrębie serii permsko-triasowej monokliny, potwierdzone pomiarami orientacji A-lineacji, pozwoli nam na określenie orientacji spękań skalnych w stosunku do deformacji ciągłych.

OBSERWACJE SPĘKAŃ SKALNYCH

Pierwszych wiadomości o spękaniach skalnych w lubińskim zagłębiu miedziowym dostarczył W. Salski (1965). Przedstawiony w tej pracy materiał pomiarowy pochodził głównie z szybów. Natomiast materiał

omawiany w niniejszym opracowaniu zebrany został w poziomych wyrobiskach górniczych (fig. 1). Obserwacje przeprowadzono jedynie w obrębie białych piaskowców, łupków miedzionośnych oraz serii węglanowej.

BIAŁE PIASKOWCE

Spękania w białych piaskowcach są nieliczne i rozmieszczone w sposób nierównomierny. Odznaczają się one przeważnie nieregularnym przebiegiem płaszczyzn, co w znacznym stopniu utrudnia rozstrzygnięcie, które z nich są pochodzenia tektonicznego, a które powstały wtórnie w wyniku robót górniczych. Związane jest to z litologicznymi i strukturalnymi cechami piaskowca, a głównie brakiem uławiczenia oraz określonej podzielności. Poza częścią stropową podścielającą bezpośrednio łupki miedzionośne, która jest zwięzła z uwagi na lepiszcze węglanowe, niższe partie są słabo scementowane, kruche i łatwo rozsypujące się. Spękania bardziej regularne spotyka się w odstępach kilku metrów w poziomie i zazwyczaj w systemach składających się z dwóch lub trzech powierzchni spękań. Są one zwarte, w sporadycznych przypadkach wypełnione na krótkich odcinkach siarczkami miedzi, gipsem lub materiałem ilastym.

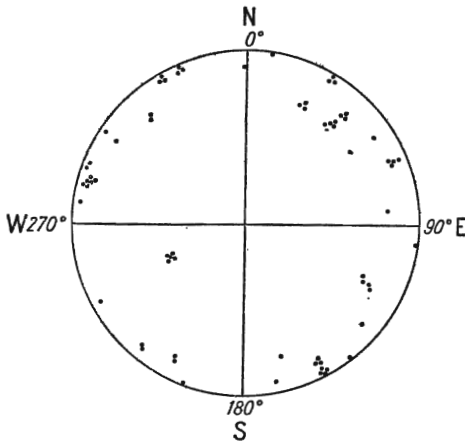


Fig. 6

Fig. 6. Diagram punktowy spękań w białych piaskowcach: rzut półkuli górnej, 65 pomiarów

Point diagram of fractures in white sandstones; projection of upper hemisphere, 65 measurements

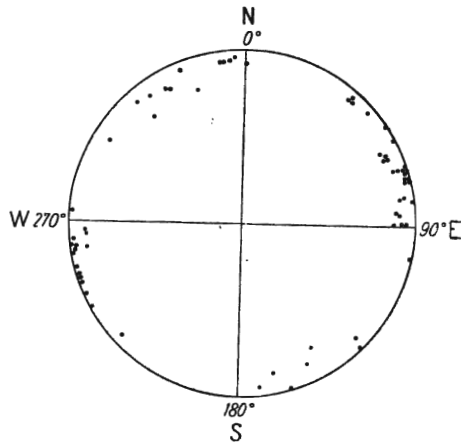


Fig. 7

Fig. 7. Diagram punktowy szczelin w łupkach miedzionośnych wypełnionych siarczkami miedzi; rzut półkuli górnej, 64 pomiary

Point diagram of fractures in copper-bearing shales filled in with copper sulphides; projection of upper hemisphere, 64 measurements

Wśród spękań występujących w tej serii wyróżnić można trzy grupy w zależności od ich morfologii oraz zalegania: 1) spękania o przebiegu bardzo nieregularnym, w których trudno określić elementy zalegania, 2) spękania o wyraźnie zaznaczających się ściankach ustawionych pod stromymi kątami ($70\div 90^\circ$); stanowią one niekiedy przedłużenie płaszczyzn przecinających łupki miedzionośne, 3) spękania zapadające pod

ostrymi kątami ($35\div 50^\circ$) przeważnie w postaci systemów składających się z kilku powierzchni spękań. Niewielka ilość spękań w omawianych utworach w stosunku do łupków miedzionośnych oraz wapieni i dolomitów spowodowała, że ilość pomiarów i zakres obserwacji jest bardzo ograniczony. Umożliwia on jedynie przedstawienie wyników w formie diagramu punktowego (fig. 6). Na diagramie tym widoczny jest znaczny rozrzut oraz brak wyraźniejszej koncentracji spękań zarówno w odniesieniu do kierunków biegu, jak i wielkości kątów nachylenia. Największe zagęszczenia punktów pozwalają na wyznaczenie trzech systemów spękań: 1) system NW—SE z lepiej wykształconymi upadami ku NE, 2) system NE—SW ze stromymi upadami zarówno ku NW, jak i SE oraz 3) system reprezentujący w diagramie upady skupione w okolicach punktu 245/35, co odpowiada spękanom o azymucie 156° i upadzie 35° SW. Jeśli chodzi o szczegóły, to dodamy, że maksymalna ilość spękań przypada na azymuty: 15° , 65° , 295° i 335° . Reprezentowane są więc tu cztery kierunki: NNW—SSE, WNW—ESE, NE—SW i NNE—SSW, przy czym przeważają ogólnie spękania zapadające pod kątem $75\div 85^\circ$.

W wyniku naprężeń istniejących w górotworze w sąsiedztwie wyrobisk górniczych, w omawianych piaskowcach powstają charakterystyczne dla nich, współcześnie tworzące się powierzchnie oddzielności. Spękania tego typu układają się zawsze równolegle do ociosów chodników i powodują odpadanie płyt piaskowca, co stanowi znaczne utrudnienie w prowadzeniu robót górniczych. Odróżnienie ich od spękań pochodzenia tektonicznego posiada istotne znaczenie dla uzyskania właściwego obrazu zjawisk tektonicznych w piaskowcach. Powyższe spękania nie zostały z natury rzeczy uwzględnione w naszym opracowaniu.

ŁUPKI MIEDZIONOŚNE

Łupki miedzionośne wykazują znaczne zróżnicowanie pod względem cech strukturalnych. Spągowa partia reprezentowana jest przez łupki ilaste kilkunastucentymetrowej miąższości. Posiadają one budowę liściastą, niekiedy wykazują własności plastyczne, pofałdowane są w formie ostro wygiętych i złuskowanych antyklin o amplitudzie rzędu kilku cm. Utwory te określane są nazwą „łupków smolistych” z uwagi na intensywne czarne zabarwienie, połysk oraz znaczną zawartość substancji organicznej.

Wyżej leżą miedzionośne ciemne łupki dolomityczno-ilaste o wyraźnej podzielności płytkowej i miąższości warstw od paru do kilkunastu cm. Przechodzą one często w łupki dolomityczne o teksturze równoległej, nie posiadające jednak poziomej oddzielności i wykazujące przełam muszlowy.

W omawianych utworach widoczne są liczne spękania w odstępach kilku do kilkudziesięciu cm, zapadające przeważnie pod kątem $70\div 90^\circ$. Są one zwarte, charakteryzują się na ogół niewielkim zasięgiem oraz gładkimi ściankami (fig. 12). Większe powierzchnie spękań spotyka się w serii łupkowej rzadziej. Stanowią one przedłużenie ku dołowi płaszczyn przecinających wyżej leżące dolomity. Częstym zjawiskiem jest występowanie systemów płaszczyn składających się z kilku spękań o jednakowej lub zbliżonej orientacji przestrzennej. Procentowy udział poszczególnych grup spękań według wielkości kąta nachylenia przedsta-

wia się następująco: $60^\circ - 3\%$ $61 \div 70^\circ - 14\%$, $71 \div 80^\circ - 21\%$, $81 \div 90^\circ - 62\%$.

Obecność przecinających się spękań w płytowych łupkach miedzi-
onośnych powoduje w nich wyraźną kostkową podzielność. Łupek posiada
tendencje do pękania wzdłuż różnych i gładkich powierzchni zgodnie
z istniejącymi podstawowymi kierunkami spękań. Pewna ilość spękań
w serii łupkowej wypełniona jest minerałami miedziowymi, chalkozynem,
bornitem lub rzadziej chalkopirytem w postaci żyłek grubości $0,5 \div 3$ mm.
Z przedstawionego diagramu punktowego (fig. 7) wynika, że koncentru-
ją się one przede wszystkim w spękaniałch o kierunku NNW—SSE i na-
chylone są najczęściej pod kątem $80 \div 90^\circ$. Podrzednie reprezentowane
są żyłki o przebiegu NE—SW oraz zbliżonym do W—E. Powierzchnie
spękań wypełnionych siarczkami miedzi, należące do opisanych dwóch
systemów, wykazują, jak wynika z diagramu (fig. 7), dość znaczną dys-
persję.

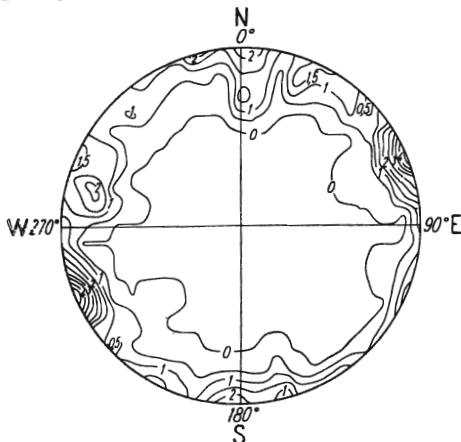


Fig. 8

Fig. 8. Diagram konturowy spękań w łupkach miedzionośnych, opracowany na podstawie 405 pomiarów; rzut półkuli górnej, izolinie co $0,5\%$

Contour diagram of fractures in copper-bearing shales elaborated on the basis of 405 measurements; projection of upper hemisphere, contour lines are $0,5\%$ apart

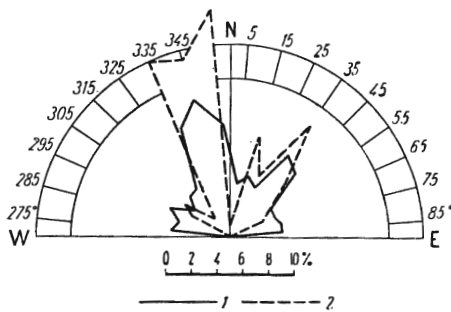


Fig. 9

Fig. 9. Zestawienie kierunków spękań w serii wapienno-dolomitowej cechsztynu oraz szczelin wypełnionych gipsem

Comparison of fracture directions in dolomite-limestone series of Zechstein and of fissures filled in with gypsum

1 — wszystkie spękania występujące w serii węglanowej; 2 — szczeliny wypełnione gipsem

1 — fractures which occur in carbonate series; 2 — fractures filled in with gypsum

Wzdłuż niektórych stromo ustawionych szczelin wypełnionych siarczkami miedzi miał miejsce młodszy od mineralizacji ruch pionowy, który spowodował rozklejenie szczelin zbliżonych uprzednio żyłami siarczków. Dowodzą tego rysy ślizgowe na żyłach siarczkowych zapadające nawet pod największym możliwym kątem, tj. pod kątem upadu owych powierzchni ślizgowych.

Spękania niezmineralizowane występujące w obrębie łupków mie-

dzionych grupują się w określonych kierunkach, których charakterystykę przedstawiono niżej:

Kierunek	Azymut w °	Udział procentowy
NNW—SSE	315÷335	31
W—E	65÷105	26
NNE—SSW	5÷35	18
WNW—ESE	285÷315	15
NE—SW	35÷65	10

Zasadniczą rolę odgrywa kierunek NNW—SSE oraz W—E, skupiający w sumie 57% wszystkich spękań. Z diagramu spękań (fig. 8) wynika, że pierwszy z nich obejmuje głównie spękania o stromo nachylonych kątach upadu w granicach 80÷90°. Charakterystyczną cechą kierunku równoleżnikowego jest znaczne zróżnicowanie kątów upadu oraz asymetria na diagramie, wskazująca na przewagę powierzchni spękań ku północy. Podobne zjawisko asymetrii występuje wśród spękań o przebiegu NNE—SSW, w obrębie którego upady skierowane są głównie ku WNW. Pozostałe kierunki, tj. WNW—ESE i NE—SW, reprezentowane są w małym stopniu i odgrywają rolę podrzędną. Ten ostatni charakteryzuje się upadami skierowanymi ku NW. Z porównania diagramów (fig. 7 i 8) wynika, że mineralizacja miedzią wykorzystwała wybitnie system NNW—SSE oraz znacznie słabiej zaznaczony system NE—SW.

SERIA WĘGLANOWA

Nad łupkami miedzionośnymi leżą ciemnoszare dolomity o niewyraźnej poziomej oddzielności, przechodzące w wapień dolomityczny, wykształcone w postaci ławic zazwyczaj kilkudziesięciu cm grubości. Skały w obrębie tej serii odznaczają się dużą zwięzłością. Poszczególne ławice wapieni i dolomitów często oddzielone są od siebie warstewkami białego gipsu o zmiennej miąższości 0,2÷3 cm, przebiegającymi na przestrzeni kilkunastu do kilkudziesięciu metrów.

Wśród spękań w obrębie serii węglanowej wyróżnić można dwie grupy. Pierwsza reprezentowana jest przez spękania drobne, których zasięg ogranicza się przeważnie do dwóch, trzech ławic. Są one z reguły zwarte, przebiegają na odcinku kilkudziesięciu cm i charakteryzują się gładkimi ściankami. Często skupiają się w postaci systemu spękań oddalonych od siebie w odległości kilkunastu cm. Owe systemy spękań pojawiają się w odstępach przeciętnie kilkudziesięciu cm do 2 m, przy czym gęstość ich jest większa w skałach o budowie cienkopłytovej. Drugą grupę stanowią spękania mniej liczne, natomiast rzucające się bardziej w oczy z uwagi na ich zasięg. Są to duże płaszczyzny, niekiedy o powierzchni paru m², znacznie wykraczające poza obręb wyrobisk górniczych. Charakterystyczną cechą opisywanych płaszczyzn jest nieciągłość polegająca na tym, że płaszczyzna pęknięcia w obrębie wyżej leżącej ławicy jest przesunięta na odległość paru cm. Fakt ten dowodzi, że omawiany system spękań jest starszy od głównego fałdowania, przy którym ławice skał przesuwały się względem siebie zgodnie z powierzchniami sedymentacyjnymi. Duże powierzchnie spękań spotyka się zazwyczaj w odstępach kilku do kilkunastu metrów, aczkolwiek zdarzają się również ich systemy na niewielkich odcinkach. Płaszczyzny pęknięć

są niekiedy zaokrąglone, wywołując w związku z tym zmiany w wielkości kątów upadu w granicach $60 \div 90^\circ$. Spękania zaliczane do tej grupy są zwarte lub tworzą szczeliny wypełnione białym gipsem drobnokryształicznym lub włóknistym. Grubość ich waha się $1 \div 20$ mm, najczęściej wynosi $3 \div 5$ mm i zmienia się często nawet w obrębie jednej szczeliny. Gips występujący w postaci żył oraz cienkie wkładki tego minerału między ławicami wapieni tworzą niekiedy dość regularną prostokątną siatkę. Szczeliny zabliźnione gipsem stanowią około 10% wszystkich spękań w serii wapienno-dolomitowej. Koncentrują się one w określonych kierunkach, z których główną rolę odgrywa kierunek NNW—SSE mieszczący się w zakresie $315 \div 355^\circ$ i obejmujący 54% szczelin wypełnionych gipsem (fig. 9). Drugi co do częstotliwości kierunek NE—SW w przedziale $25 \div 65^\circ$ obejmuje 27% szczelin.

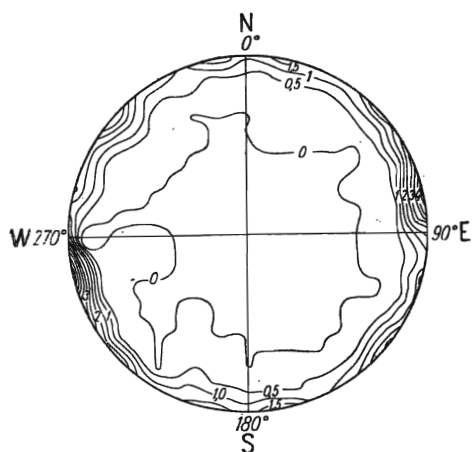


Fig. 10

Fig. 10. Diagram konturowy spękań i szczelin w serii wapienno-dolomitowej, opracowany na podstawie 1040 pomiarów; rzut półkuli górnej, izolinie co 0,5%
 Contour diagram of fractures and fissures in limestone-dolomite series, elaborated on the basis of 1040 measurements; projection of upper hemisphere, contour lines are 0.5% apart

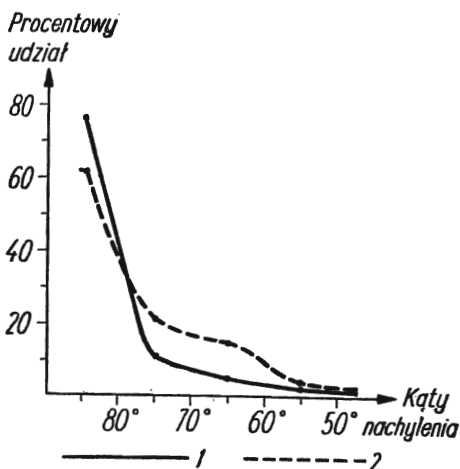


Fig. 11

Fig. 11. Wykresy upadów spękań i szczelin w łupkach miedzionośnych oraz w serii wapienno-dolomitowej

Diagrams of dips of fractures and fissures in copper-bearing shales and in limestone-dolomite series

1 — seria wapienno-dolomitowa; 2 — łupki miedzionośne
 1 — limestone-dolomite series; 2 — copper-bearing shales

Wymienione grupy spękań koncentrują się niekiedy w formie wzajemnie przecinających się, pionowo ustawionych płaszczyzn w odstępach $0,5 \div 1,5$ m. Zupełnie podrzędnie reprezentowany jest kierunek NNE—SSW oraz NW—SE.

Większość spękań występujących w utworach węglanowych cechsztynu zapada pod stromymi kątami, głównie $80 \div 90^\circ$, natomiast upady poniżej 60° są sporadyczne. Procentowy udział poszczególnych grup według wielkości kąta nachylenia przedstawia się następująco: 60° — 2%, $61 \div 70^\circ$ — 5%, $71 \div 80^\circ$ — 16%, $81 \div 90^\circ$ — 77%.

Równocześnie nie zauważa się przewagi upadu powierzchni spękań w określonym kierunku, jak miało to miejsce w łupkach miedzionośnych. W oparciu o zestawienie pomiarów orientacji płaszczyzn spękań w postaci róży spękań (fig. 9) oraz diagramu przestrzennego (fig. 10) wvróżnić można następujące grupy spękań:

Kierunek	Azymut w °	Udział procentowy
NNW—SSE	315 ÷ 5	41
NE—SW	25 ÷ 65	22
Zbliżony do W—E	65 ÷ 115	17
WNW—ESE	285 ÷ 305	11
NNE—SSW	5 ÷ 25	9

Dominującą rolę odgrywa kierunek NNW—SSE skupiający równocześnie największą ilość szczelin wypełnionych gipsem (fig. 9). Mniej licznie reprezentowane są spękania o przebiegu NE—SW i W—E, natomiast zupełnie podrzędnie zaznacza się kierunek WNW—ESE oraz NNE—SSW.

W utworach wapienno-dolomitowych przeprowadzono również obliczenia powierzchniowego współczynnika szczelinowatości skał (k). Wyraża się on stosunkiem powierzchni zajętej przez spękania i szczeliny do całkowitej powierzchni kartowanego odcinka i oblicza według wzoru (I. N. Soczewanow, L. T. Miszin, 1964):

$$k = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2 + \dots + m_n l_n}{h \cdot l} \cdot 100\%$$

gdzie:

- $m_1 m_2 m_n$ — szerokość poszczególnych szczelin w granicach badanej powierzchni;
- $l_1 l_2 l_n$ — długość szczelin;
- l — długość badanego interwału;
- h — wysokość ściany wyrobiska.

Do badań wybierano odcinki wyrobisk 5 m długości i 2,5 m wysokości. Dla spękań zwartych przyjmowano szerokość rozstępu 0,2 mm, natomiast w przypadku żył gipsu średnią pomierzoną grubość, uwzględniając zarówno żyły pionowe, jak i pokładowe. W przypadku czterech skartowanych odcinków, usytuowanych w różnych częściach kopalni, powierzchniowy współczynnik szczelinowatości wahał się 0,39 ÷ 0,96%. Zasadniczy wpływ na jego wielkość wywierają szczeliny wypełnione gipsem.

OGÓLNE UWAGI O SPĘKANIACH

Przedstawiona w opracowaniu charakterystyka spękań w białych piaskowcach, łupkach miedzionośnych oraz utworach węglanowych cechsztynu umożliwia przeprowadzenie porównania tych zjawisk w profilu pionowym. Ze względu na różne wykształcenie litologiczne poszczególnych kompleksów, a więc różne własności mechaniczne, charakter spękań i ich wykształcenie oraz gęstość są nieco odmienne. Przede wszystkim różna jest gęstość płaszczyzn spękań: w łupkach jest ona największa, w piaskowcach najmniejsza. Równocześnie poza skałami węglanowymi nie spotyka się tak dużych i wyraźnych powierzchni spękań

oraz szczelin wypełnionych gipsem. Porównując kąty upadu spękań w łupkach oraz wapieniach i dolomitach zauważa się, że w serii węglanowej zaznacza się wyraźniejsza przewaga upadów stromych w granicach $80\div 90^\circ$ (fig. 11). Płaszczyzny spękań posiadają najbardziej prawidłowy przebieg w łupkach, w piaskowcach natomiast odznaczają się największą nieregularnością. Na podkreślenie zasługuje również fakt, że spękania wypełnione siarczkami miedzi koncentrują się głównie w łupkach miedzionośnych.

Przestrzenna orientacja głównych kierunków spękań w wymienionych seriach litologicznych wykazuje większe podobieństwo aniżeli cechy morfologiczne (fig. 12). Dominującym kierunkiem w łupkach miedzionośnych, jak i utworach wapienno-dolomitowych jest kierunek NNW—SSE. Pozostałe kierunki pokrywają się również ze sobą, różny jest w nich jednak procentowy udział spękań. Typowy przykład stanowi kierunek NE—SW, który w serii węglanowej jest drugi co do częstotliwości, natomiast w łupkach spełnia rolę podrzędną.

Wyjaśnienie wieku spękań wymaga dalszych prac. Najprościej byłoby wiązać spękania z ruchami laramijskimi, najsilniejszymi na tym terenie. Niewątpliwie część ich powstała w tym czasie. Ponieważ jednak żyły miedzionośne są deformowane w strefach laramijskich złuźnień śródwarstwowych w obrębie łupków smolistych, należy przypuszczać, że szczeliny wypełnione związkami miedzi są starsze od fazy laramijskiej, lecz niewątpliwie podiagenetyczne. Mogą tu być brane pod uwagę ruchy mezozoiczne (kimeryjskie?), dzięki którym w synklinorium północnosudeckim powstała podgórnokredowa luka sedymentacyjna.

Wielokierunkowość przebiegu stromo ustawionych spękań i znaczna ilość systemów spękań na małym terenie okolic szybu wschodniego kopalni Lubin dopuszcza możliwość, że spękania tworzyły się w różnych okresach ruchów pionowych i nacisków stycznych według różnych planów, w czasie których zmieniała się orientacja osi elipsoidu deformacji.

W obrębie zróżnicowanego litologicznie kompleksu składającego się ze skał o różnej genezie (skały detrytyczne, inne skały klastyczne i chemiczne), różne ich typy uległy w różnym czasie lityfikacji, wobec czego w różnym czasie mogły już pękać i wytwarzać powierzchnie spękań. Stąd można wnioskować, że już faza palatynacka, która wydzwignęła nad poziom morza serię cechsztyńską, spowodowała założenie wcześniejszego systemu spękań w zlityfikowanych już w tym czasie osadach.

Nie jest jednak wykluczone, że pierwsze systemy spękań powstały jeszcze podczas górnego permu w związku z ruchami dna morskiego. Niektóre skały, zwłaszcza chemiczne, uległy niewątpliwie już w tym czasie lityfikacji.

Spróbujmy więc wyjaśnić genezę spękań skalnych w okolicach szybu wschodniego kopalni Lubin, zwłaszcza w tych seriach, w których spękania są najgęstsze, tj. w łupkach miedzionośnych i w serii węglanowej. Przy ruchu wypiętrzającym górotwór — wzdłuż określonej osi, np. w strefach antyklinalnych, tworzą się dwa sprzężone ze sobą systemy spękań, prostopadłe do siebie i zapadające prostopadle do powierzchni sedymentacyjnych. Są to: system podłużny *bc* i prostopadły do niego system *ac*. W płaskich fałdach przy zmianie kierunku osi wypiętrzania górotworu, co może być związane ze zmianami kierunku kompresji, mo-

Tabela 2

	I grupa systemów sprzężonych	Kierunek, na którym leży centrum (upad 70—90°)		Kierunek spękań odpowiadających centrom diagramu		
Łupki miedzionośne	<i>bc</i>	2	25	92,	115	
		183	208			
	<i>ac</i>	112	285,	22,	15,24	
			294			
	II grupa systemów sprzężonych					
	<i>bc</i>	47	67			
227		247	317,	337		
<i>ac</i>	165					
	345		75			
Seria węglanowa	I grupa systemów sprzężonych					
	<i>bc</i>	193				
		13		283		
	<i>ac</i>	105				
		285		355		
	II grupa systemów sprzężonych					
	<i>bc</i>	48	75			
		228	257	308	345	
	<i>ac</i>	128				
		310		48		
Spękania diagonalne		170				
		350		80		

że rozwinąć się druga grupa systemów *bc* i *ac*. Taką interpretację potwierdzałby fakt występowania w obrębie zarówno łupków miedzionośnych, jak i serii węglanowej co najmniej czterech systemów spękań. Można by to interpretować jako dwie grupy systemów sprzężonych, związanych z dwoma etapami wypiętrzania górotworu (z dwoma etapami nacisków.). Interpretację kierunków spękań możemy wyprowadzić z diagramów konturowych (fig. 8 i 10)¹, co przedstawia tab. 2.

Dotychczasowe obserwacje nie pozwoliły ustalić, który z dwóch wydzielonych systemów sprzężonych jest starszy i jaki jest do nich stosunek wiekowy spękań diagonalnych w serii węglanowej. Zauważyć jednak należy, że system spękań *bc* o kierunku WNW—ESE jest równoległy do osi synklinorium północnosudeckiego i do podtrzeciorzędowych granic warstw na monoklinie przedsudeckiej na zachód od linii Wro-

¹ W diagramach konturowych uderza bardzo strome ustawienie powierzchni spękań. W tej sytuacji przy dużej ilości pomiarów nie zaznaczają się, zwłaszcza w serii węglanowej, klasyczne centra (maksima) w formie zamkniętych izolinii. Rolę maksimów spełniają wtedy zagęszczenia izolinii, wynikające z zagęszczenia punktów odpowiadających poszczególnym pomiarom.

claw — Śrem, a także do osi synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskiego na odcinku szczecińskim. System spękań *bc* o przebiegu NW—SE jest natomiast równoległy do podtrzciorzędowych granic warstw na monoklinie przedsudeckiej na wschód od linii Wrocław — Śrem i do osi synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskiego na odcinku łódzkim.

W okolicach szybu wschodniego kopalni Lubin wymienione dwa systemy spękań *bc*, a także sprężone z każdym z nich systemy spękań *ac*, nakładają się na siebie i interferują. Jest wielce prawdopodobne, że systemy te, aczkolwiek nawiązują do przebiegu struktur laramijskich w południowo-zachodniej Polsce, na odcinku monokliny są w większym stopniu zależne od budowy słabo poznanej podłoża monokliny niż od kierunku nacisków laramijskich, zwłaszcza że znaczna część spękań, jak wykazaliśmy wyżej, jest wieku przedlaramijskiego.

Nawiązując spękania do fałdów ciągnionych w obrębie łupków miedzionośnych łatwo stwierdzić, że ich osie ($B_{L,a}$) są zgodne z systemem spękań *bc* o przebiegu NW—SE, natomiast bieg rys ślizgowych ($A_{L,a}$ laramijska) jest prostopadły raczej do systemu spękań *bc* przebiegających w kierunku WNW—ESE.

Dzięki robotom górniczym w utworach cechsztynu stwierdzono występowanie szeregu uskoków, które dotychczas nie były znane z wierceń rozpoznawczych. Są to uskoki normalne. Reprezentują one głównie kierunek NNW—SSE oraz N—S i posiadają zrzuty w granicach paru metrów. Powyższy system dyslokacji charakteryzuje się zwartymi szczelinami uskokowymi lub wypełnionymi gipsem oraz upadami przeważnie w granicach $55\div 75^\circ$. W sporadycznych przypadkach spotyka się brekcję tektoniczną, składającą się z kawałków i okruców skał węglanowych o wymiarach od 1 mm do paru cm (fig. 13). Opisane uskoki występują zazwyczaj w odstępach kilkudziesięciu metrów. Poza dyslokacjami o kierunku N—S i NNW—SSE stwierdzono uskok o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego. Z uskoków znanych z dokumentacji geologicznej rozpoznano dotychczas w jednym punkcie uskok Szklar Górnych, należący do systemu środkowej Odry i ograniczający badany blok tektoniczny od północnego wschodu. Charakter strefy przyuskokowej jest inny niż w przypadku wymienionych wyżej uskoków. Na odcinku paru metrów przebieg warstw uległ znacznej reorientacji; występują porwaki skał oraz brekcja tektoniczna składająca się z ostrokrawędzistych kawałków skał cementowanych barytem.

Dominujące kierunki spękań, jakie stwierdzono w skałach dolnocechsztyńskich, pokrywają się na ogół z przebiegiem uskoków. Dotyczy to przede wszystkim kierunku NNW—SSE, który reprezentowany jest licznie zarówno wśród dyslokacji, jak i powierzchni spękań. Podobna zbieżność zarysowuje się w odniesieniu do kierunku W—E oraz WNW—ESE. Dotychczas w najbliższym sąsiedztwie badanego bloku tektonicznego nie są znane uskoki o kierunku NE—SW, który dość wyraźnie reprezentowany jest wśród spękań w serii wapienno-dolomitowej.

Katedra Geologii Fizycznej
Uniwersytetu Wrocławskiego
Wrocław, ul. Cybulskiego 30
Zakład Badań i Doświadczeń przy Kombinacie
Górnictwo-Hutniczym Miedzi w Lublinie
Nadesłano dnia 21 czerwca 1967 r.

PIŚMIENNICTWO

- KŁAPCIŃSKI J. (1964) — Stratygrafia cechsztynu okolic Lubina, Sieroszowic i Wschowy (monoklina przedsudecka). Roczn. Pol. Tow. Geol., 34, nr 1—2, p. 65—93. Kraków.
- KONSTANTYNOWICZ E. (1959) — Złoża rud miedzi w strefie przedsudeckiej. Rudy i Met. nieżel., 4, nr 1, p. 4—10. Katowice.
- KRASOŃ J. (1962) — Cykle sedymentacyjne w cechsztynie dolnośląskim. Prz. geol., 10, p. 284—288, nr 6. Warszawa.
- OBERC J. (1962) — Monoklina wrocławska i jej stosunek do jednostek sąsiednich. Prz. geol., 10, p. 573—575, nr 11. Warszawa.
- OBERC J., TOMASZEWSKI J. (1963) — Niektóre zagadnienia stratygrafii i podziału cechsztynu monokliny wrocławskiej. Prz. geol., 11, p. 505—509, nr 12. Warszawa.
- OBERC J. (1967) — Budowa tektoniczna terenów XL Zjazdu Polskiego Tow. Geol. w Zgorzelcu. Prz. geol., 15, p. 253—260, nr 6. Warszawa.
- PODEMSKI M. (1965) — Rozwój sedymentacji cechsztynu w rejonie Lubina Legnickiego — Sieroszowic. Kwart. geol., 9, p. 115—129, nr 1. Warszawa.
- PREIDL M. (1967) — Budowa tektoniczna obszaru Lubina i Sieroszowic. Prz. geol., 15, p. 257—260, nr 6. Warszawa.
- SALSKI W. (1965) — Problemy małej tektoniki w rejonie Lubina. Rudy i Met. nieżel., 10, nr 9, p. 485—489. Katowice.
- TOMASZEWSKI J. (1963) — Tektonika brzeżnej części monokliny przedsudeckiej. Rudy i Met. nieżel., 8, p. 207—210, nr 2. Katowice.
- WYŻYKOWSKI J. (1958) — Poszukiwanie rud miedzi na obszarze strefy przedsudeckiej. Prz. geol., 6, p. 17—22, nr 1. Warszawa.
- СОЧЕВАНОВ Н. Н., МИШИН Л. Т. (1964) — Количественная оценка трещиноватости горных пород. Разведка и охрана недр., № 10. Москва.

Юзеф ОБЕРЦ, Войцех САЛЬСКИ

СКЛАДКИ И ТРЕЩИНЫ ПОРОД НИЖНЕГО ЦЕХШТЕЙНА
В РАЙОНЕ ВОЗТОЧНОГО СТВОЛА ШАХТЫ ЛЮБИНА

Резюме

Новооткрытые залежи меди в районе Любина залегают в пределах, так называемого белого лежня и меденосных сланцев нижнего цехштейна, относящихся к предсудетской (вrocławской) моноклинали. Этот геологический элемент располагается на кристаллическом массиве. Он отделен от предсудетского блока сбросом средней Одры, имеющим направление ЗСЗ — ВЮВ. В разрез моноклинали входят: красный лежень (300 м), цехштейн (ок. 250 м), пестрый песчаник (ок. 200 м). На этих отложениях несогласно залегают лимнических неоген, который перекрывает также дислокацию средней Одры и другие нарушения, имеющие место на этой территории. Пласты пермо-мезозойской серии имеют угол падения 2—6° в направлении на северо-восток и разделены целой системой нарушений в направлениях ЗСЗ — ВЮВ (дислокационная система средней Одры), З—В и СЮ. Складчатая тектоника этого района является результатом влияния ларамийской фазы.

В горных выработках к СЗ от Любина были произведены наблюдения над тектоникой. В пределах залегания меденосных сланцев, а особенно в, так называемых, смолистых сланцах, имеются растянутые складки, оси которых протягиваются в основном с СЗ на ЮВ и имеют падение на СВ. На последиагенитических поверхностях скольжения наблюдаются штрихи (А-линейность), направленные с ССВ — ЮЮЗ, приблизительно перпендикулярные к оси растянутых складок. Эти складки и штрихи образовались в пределах некомпетентного слоя, содержащего в кровле и подошве мощные серии компетентных пород. Независимо от этих мелких структур, связанных с ларамийской фазой складчатости (B_{La} , A_{La}), встречаются обширные антиклинали и синклинали, оси которых очень трудно измерить.

Прерывистые формы представлены трещинами и сбросами. Самая густая сеть трещин прорезает меденосные сланцы, самая редкая — белый лежень. Существует 4—5 систем трещин. Авторы сводят их к двум системам *bc* различного возраста (система ЗСЗ — ВЮВ и СЗ — ЮВ). Этим системам в возрастном отношении соответствуют две системы трещин *ac* (ССВ — ЮЮЗ, а также СВ — ЮЗ). Две системы *bc* согласуются с направленностью ларамийских структур в северо-судетском синклинии и в щецинско-лудзко-меховском синклинии. Самое сильное влияние на развитие трещин в исследованной ниже-цехштейновой серии оказала, вероятно, структура кристаллического фундамента моноклинали. Кроме этих систем в карбонатной серии намечаются трещины примерно только параллельного направления. Трещинам системы СЗ — ЮВ и ЗСЗ — ВЮВ, а иногда и других систем, сопутствуют рудные жилы (халькозин, халькопирит).

Оси складок B_{La} параллельны системе трещин *bc*, проходящей в направлении СЗ — ЮВ. Зато система трещин ЗСЗ — ВЮВ перпендикулярна штрихам на плоскости сдвига A_{La} .

Системы сбросов, показанные на фиг. 1, параллельны соответствующим системам трещин, за исключением сбросов меридионального направления, которые не имеют соответствия с направлениями трещин. Происхождение трещин связано с вертикальными и встречными движениями разного возраста: с ларамийской фазой, мезозойскими движениями и, даже, с движениями морского дна в верхне-пермское время, в породах, которые в то время уже были подвержены процессам диагенеза.

Józef OBERC, Wojciech SALSki

FOLDS AND FRACTURES IN THE LOWER ZECHSTEIN ROCKS NEAR THE EASTERN SHAFT OF THE LUBIN MINE

Summary

The copper ore deposits recently discovered in the vicinity of Lubin, occur within both the Weissliediges, and the copper-bearing shales of Lower Zechstein age, which belong to the Fore-Sudetic (Wrocław) monocline. This unit rests on crystalline basement. From the Sudetic block it is separated by the Middle Odra river fault that runs in a WNW-ESE direction. The monocline is built up of the Rotliediges (300 m), Zechstein (approximately 250 m) and Buntsandstein (about 200 m) deposits. These formations are discordantly overlain with the limnic Neogene deposits, which also cover the Middle Odra river fault and the remaining faults found in the area here considered. The beds of the Permo-Mesozoic series, dipping at an angle of 2—6° towards north-east, are cut by numerous faults characterized by a WNW-ESE direction (dislocation system of the Middle Odra

river), WE direction and NS direction. The fold tectonics of this area is a result of the influence of Laramie activity.

Tectonical observations made in the mine workings situated NW of Lubin have demonstrated that at the zone of the copper-bearing shales, particularly in the so-called pitch shales, are found drag folds, the axes of which run mainly in a NW-SE direction to plunge towards north-east. On the post-diagenetic sliding planes there are found scratches (A-lineation) running NNE-SSW, perpendicularly to the axes of the drag folds. These latter, and the sliding scratches have developed within an incompetent bed with some thick series of competent rocks at the bottom and at the top. Apart from these fine structures related to The Laramie phase (B_{La} , A_{La}), there are found also broad anticlines and synclines whose axes can hardly be measured at present.

Discontinuous deformations are represented here by fractures and faults. The densest fracture system cuts the copper-bearing shales, the thinnest one—traverses the Weissliegende deposits. The fractures are arranged in 4–5 systems. The present authors relate them to two *bc* systems of various age (WNW-ESE and NW-SE systems). The age of these systems corresponds to that of the *ac* fracture system (NNE-SSW and NE-SW). Two *bc* systems are in accordance with the directions of the Laramie structures in the North-Sudetic synclinorium and the Szczecin—Łódź—Miechów synclinorium. Most probably, the structures of the crystalline basement of the monocline considerably affected the development of the fractures in the Lower Zechstein series. Besides these systems, the carbonate series reveals fractures characterized by a W-E direction only. Both NW-SE and WNW-ESE fractures, rarely other systems, are accompanied by ore veins (chalcocite, chalcopyrite).

The B_{La} fold axes run parallel to the *bc* fracture system distinguished by a NW-SE direction. On the other hand, the fracture system of a WNW-ESE direction is perpendicular to the sliding scratches A_{La} .

The fault systems presented in Fig. 1 are parallel to the respective fracture systems, except for the faults characterized by a N-S trend, which do not have any equivalents in fracture directions. The fractures are related to the vertical and tangent movements of various age, i.e. to the Laramie phase, the Mesozoic movements and even the Upper Permian movements of the sea bottom in the rocks which, at that time, were already lithified.

TABLICA I

- Fig. 12. Brekcja tektoniczna w obrębie serii węglanowej; białe pionowo ustawione smugi to żyły gipsu
Tectonic breccia in carbonate series; white, vertical bands illustrate gypsum veins
- Fig. 13. Spękania skalne w łupkach miedzionośnych (wysokość ściany około 70 cm); powierzchnie widoczne mają przebieg NNE-SSW, pęknięcia WSW-ENE
Rock fractures in copper-bearing shales (height of wall is approximately 70 cm); visible surfaces are characterized by a NNE-SSW direction, fractures run in a WSW-ENE direction

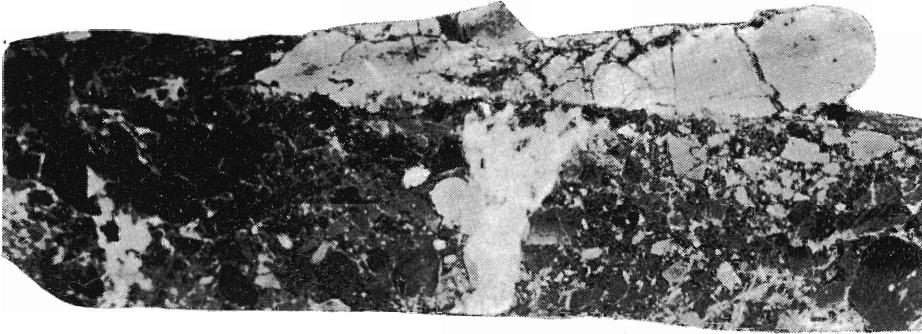


Fig. 12



Fig. 13

Józef OBERC, Wojciech SALSKI — Fałdy i spękania w skałach dolnocechsztyńskich na obszarze szybu wschodniego kopalni Lubin