

Andrzej PEPEL

Badania sejsmiczne dla rozpoznania złóż surowców stałych w utworach permu, karbonu i podłoża krystalicznego*

WSTĘP

Badania sejsmiczne w Polsce prowadzone są w bardzo dużym zakresie dla potrzeb geologii regionalnej oraz poszukiwań złóż ropy i gazu. Prace te obejmują głównie basen permski, Lubelszczyznę oraz Karpaty i ich przedgórze. Uzyskiwane wyniki badań sejsmicznych, a w szczególności badań refleksyjnych wiążą się ściśle ze stosowaną techniką i metodyką pomiarów oraz opracowania materiałów. W dotychczasowym rozwoju prac sejsmicznych w kraju istotne znaczenie ma zastąpienie (w latach 1966 i 1967) rejestracji oscylograficznej aparaturami z zapisem magnetycznym oraz wprowadzenie metodyki wielokrotnych pokryć. W okresie stosowania zapisu oscylograficznego w badaniach refleksyjnych problematyka surowców stałych koncentrowała się głównie wokół metody refrakcyjnej. Z chwilą wprowadzenia zapisu magnetycznego obserwuje się szybki wzrost udziału metody refleksyjnej w rozwiązywaniu zagadnień surowców stałych.

Rozpatrując zastosowanie badań sejsmicznych dla potrzeb poszukiwań i dokumentowania złóż surowców stałych należy wyróżnić dwa zagadnienia. Pierwsze z nich dotyczy poznania budowy geologicznej danego regionu przez wykorzystanie wyników półszczegółowych i szczegółowych zdjęć sejsmicznych, głównie refleksyjnych prowadzonych dla poszukiwań bituminów. Drugim zagadnieniem jest wykonywanie badań sejsmicznych metodą refleksyjną lub refrakcyjną, których celem jest rozwiązanie zadań dotyczących poszukiwania lub rozpoznania złóż surowców stałych.

W artykule omówione zostaną przede wszystkim zagadnienia badań sejsmicznych prowadzonych specjalnie dla potrzeb surowców stałych,

* Materiały przedstawione w niniejszym artykule oraz w trzech następnych referowane były na LXXXIV Sesji Naukowej IG w dniu 16 października 1973 r.

a wykorzystanie wyników prac sejsmicznych prowadzonych dla poszukiwań złóż ropy i gazu ograniczone do charakterystycznych przykładów, tj. takich, które mogą być także samodzielnym celem badań sejsmicznych dla poszukiwań surowców stałych.

Dotychczasowe zadania stawiane przed badaniami sejsmicznymi dla potrzeb surowców stałych dotyczyły głównie zagadnień obejmujących kartowanie geologiczne poziomów śledzących się w wynikach metody refleksyjnej lub refrakcyjnej w danym obszarze prac. Można więc powiedzieć, że metody sejsmiczne nie były stosowane do znalezienia złóż samej kopaliny, lecz służyły do poznania warstw zawierających złożę kopaliny lub warstw charakteryzujących swoim załeganiem występowanie danego surowca.

Uzyskiwane dotychczas rezultaty z badań sejsmicznych dotyczą głównie rozwiązań problemów pośrednio związanych ze znalezieniem i rozpoznaniem złoża kopaliny. Badania sejsmiczne przede wszystkim były wykorzystywane przy poszukiwaniach geologicznych złóż surowców stałych występujących pod parusetmetrowym płaszczem utworów osadowych (trzeciorzędu, mezozoiku lub mezo- i paleozoiku).

Należy zaznaczyć, że w wielu przypadkach badania sejsmiczne prowadzone były obok innych metod geofizycznych, przede wszystkim gravimetrii, a także geoelektryki i magnetometrii. Wyniki poszczególnych metod geofizycznych bądź to uzupełniały badania sejsmiczne (wypełniając poszczególne etapy programu prac), bądź też niekiedy prowadziły do rozwiązania tego samego zadania; stanowiło to początek kompleksowych badań geofizycznych.

PRZEGLĄD BADAŃ SEJSMICZNYCH WYKONYWANYCH METODĄ REFRAKCYJNĄ

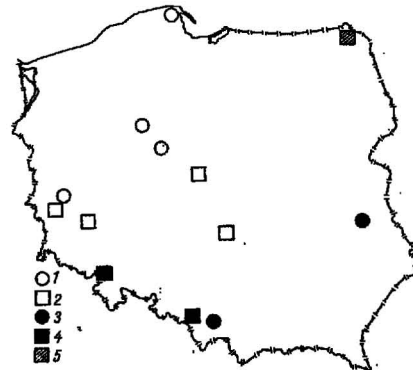
Prace sejsmiczne — refrakcyjne dla potrzeb surowców stałych (z wyjątkiem badań wysadów solnych) rozmieszczone były w obszarach nie objętych poszukiwaniem bituminów. Zadaniem tych prac było rozpoznanie utworów geologicznych związanych z cechsztynem, karbonem i krystalicznym podłożem (fig. 1). Rozpoznanie utworów cechsztynu dotyczyło w zasadzie dwóch problemów: poszukiwania kopaliny oraz poznania formy strukturalnej warstw, w której ona występuje. Należy tu poszukiwanie i badanie wysadów solnych w centralnej części basenu permskiego oraz śledzenie wychodni cechsztynu wzdłuż obrzeżenia wału przedsudeckiego dla poszukiwań i dokumentowania złóż miedzi. Zadania związane z budową geologiczną karbonu koncentrowały się w Rybnickim Okręgu Węglowym oraz w niecce śródsudeckiej. Dla tych celów metodami sejsmicznymi śledzono dla potrzeb górnictwa węglowego granice refrakcyjne, ograniczające od góry lub podścielające utwory karbonu. W małym zakresie prace sejsmiczne wykorzystywano do badań utworów krystalicznych. Prace takie — wykonywane metodą refrakcyjną — prowadzono na obszarze masywu suwalskiego dla lokalizacji wierceń poszukujących złóż rud żelaza.

Fig. 1. Rozmieszczenie ważniejszych prac sejsmicznych wykonywanych dla badań surowców stałych

Distribution of major seismic surveys completed for solid minerals deposits

1 — badania refleksyjne utworów cechsztynu; 2 — badania refrakcyjne utworów cechsztynu; 3 — badania refleksyjne utworów karbonu; 4 — badania refrakcyjne utworów karbonu; 5 — badania refrakcyjne utworów podłoża krystalicznego

1 — reflection surveys of Zechstein rocks; 2 — refraction surveys of Zechstein rocks; 3 — reflection surveys of Carboniferous rocks; 4 — refraction surveys of Carboniferous rocks; 5 — refraction surveys of the crystalline basement



Wykorzystanie metod sejsmicznych dla wykrycia lub rozpoznania wysadów solnych znane jest z prac w rejonie Kłodawy, Lubienia-Łaniet, Damasławka i Wapna (A. Dąbrowski, 1961). W badaniach tych stosowano metodę refrakcyjną lub refleksyjną w postaci powierzchniowych zdjęć dla okonturowania zasięgu utworów solnych. Wysad w wynikach badań refrakcyjnych zaznacza się charakterystycznym kształtem hodografów i dużymi zmianami w wartościach prędkości pozornych nad pionowymi ścianami wysadu solnego z punktów strzałowych położonych w jego otoczeniu; natomiast w pracach refleksyjnych zaznacza się zwykle strefa ciszy na tle dość wyraźnych odbić od utworów mezozoicznych. Dla przestrzennego okonturowania wysadu solnego koło Bełchatowa w 1972 r. zastosowane zostały w kompleksie metod geofizycznych również badania sejsmiczne, przy użyciu metod powierzchniowych — profilowanie refrakcyjne — oraz otworowych, wykorzystujących zlokalizowane w wysadzie wiercenie o głęb. ok. 500 m (opracowanie archiwalne A. Mikołajczaka z 1972 r.). Czapa gipsowa wysadu o miąższości ok. 100 m występuje pod nakładem czwartorzędu na głęb. 60—80 m. Poziome wymiary wysadu szacowane są na 500—600 m, przyjmuje się, że posiada on kształt owalny. Wypiętrzone utwory mezozoiczne tworzą rodzaj aureoli wokół wysadu, odgradzając go kilkusetmetrową strefą od mas trzeciorzędowych. Powierzchniowe badania refrakcyjne wykonane zostały wzdłuż profili przecinających wysad, natomiast dla prac otworowych punkty wzbudzenia rozmieszczone zostały wzdłuż profili (w odległości co 100 m) przecinających się w punkcie wylotu otworu głębionego w wysadzie, a rejestracje przeprowadzono w otworze. Interpretacja hodografów refrakcyjnych pozwoliła na wyznaczenie w obrębie wysadu granic załamujących o $V_g = 2,5\text{--}2,7$ km/sek — wiązanych ze stropem czapy gipsowej oraz o $V_g = 4,5$ km/sek — odpowiadających powierzchni soli. Opracowanie wyników „prześwietlenia” — wykonane dla ośrodka o dwóch prędkościach 2,3 km/sek i 4,5 km/sek, a więc dla uproszczonego modelu — pozwoliło na wyznaczenie granic wysadu do głęb. ok. 400 m. Przykłady wyników badań sejsmicznych dla określenia granic wysadu przedstawiają przekroje głębokościowe (fig. 2a) wzdłuż dwóch prostopadłych profili oraz szkic konturów wysadu (fig. 2b).

Badania sejsmiczne dla śledzenia wychodni utworów cech-

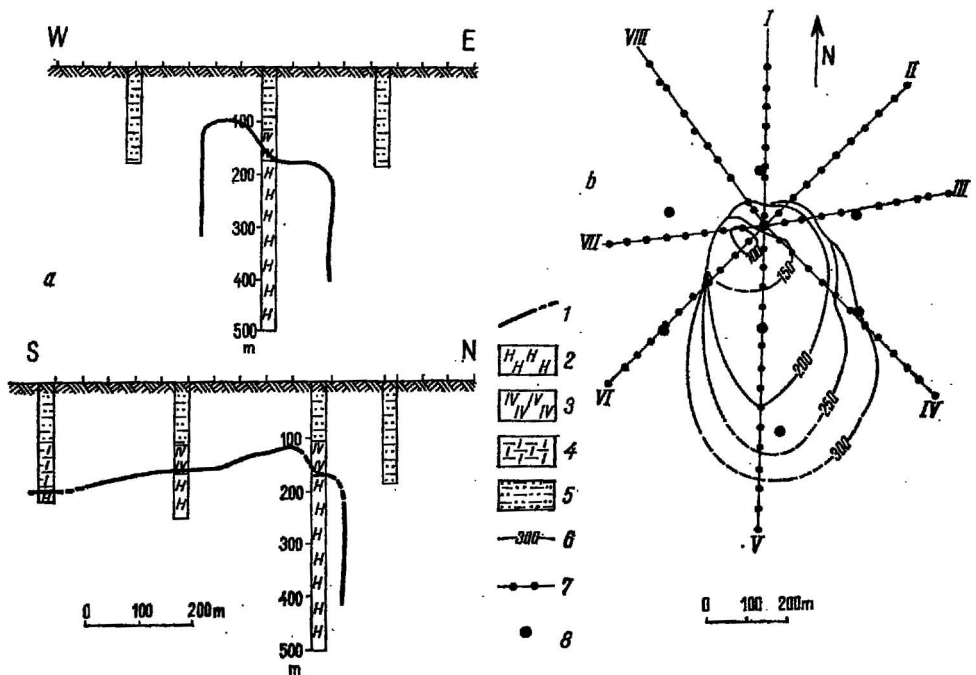


Fig. 2. Wyniki badań sejsmicznych dla określenia granic wysadu solnego (wg A. Mikołajczaka — materiały PPG)

Results of seismic surveys completed to recognize the boundaries of the salt plug (after A. Mikołajczak — materials provided by PPG)

a — przekroje głębokościowe; *b* — kontury wysadu solnego; 1 — granica wysadu solnego na podstawie badań sejsmicznych; 2 — sól; 3 — anhydryty i gipsy; 4 — margle; 5 — osady płaszczysto-gliniaste trzeciorzędu i czwartorzędu; 6 — izolnie granic wysadu solnego; 7 — profile punktów strzałowych; 8 — otwory wiertnicze

a — depth sections; *b* — outlines of the salt plug; 1 — boundaries of the salt plug based on seismic results; 2 — salt; 3 — anhydrites and gypsums; 4 — marls; 5 — Tertiary and Quaternary sandy-clayey sediments; 6 — isolines of the boundaries of the salt plug; 7 — shot points profiles; 8 — boreholes

sztyńskich w związku z poszukiwaniem złóż miedzi skoncentrowane były w NE i NW części obrzeżenia wału przedsudeckiego. Prace wykonywane metodą refrakcyjną miały za zadanie określenie zasięgu występowania granic załamujących — związanych z utworami cechsztynu i czerwonego spągowca na przedpolu wału oraz granic w utworach starszego paleozoiku i skał krystalicznych, z których zbudowany jest wał przedsudecki. W NE części omawianego obszaru osady cechsztynu wykształcone są w postaci serii anhydrytowo-dolomitycznej, charakteryzują się prędkościami granicznymi 5,5—6,3 km/sek i kontaktują bezpośrednio z ilasto-marglistą serią łupków miedzionośnych. Tak więc wymieniona granica, występująca w całym obszarze położonym w zewnętrznej strefie — od linii wyklinowania cechsztynu, pośrednio okonturowuje złóż. Na terenie wału przedsudeckiego istnieje granica refrakcyjna o $V_g = 5,3\text{--}6,0$ km/sek w postaci dobrze korelującej się intensywnej fali załamanej. Obszary występowania obydwu granic rozdziela wąska strefa wychodni czerwonego spągowca o prędkości 3,5—4,5 km/sek. Dla roz-

wiązania postawionego zadania wykonana została szczegółowa siatka profili refrakcyjnych metodą ciągłego profilowania interesujących granic załamujących. Interpretacja zarejestrowanych fal umożliwiła określenie wzdłuż profili głębokości granic oraz ich zasięgów występowania. Na fig. 3 przedstawiony został przykład przekroju geologicznego i zarejestrowanego nad nim hodografu refrakcyjnego wzdłuż linii biegnącej prostopadle do wału przedsudeckiego. Prace przeprowadzone w NW obrzeżeniu wału przedsudeckiego odznaczają się bardziej skomplikowanym obrazem zarejestrowanych fal, spowodowanym budową blokową i licznymi uskawkami.

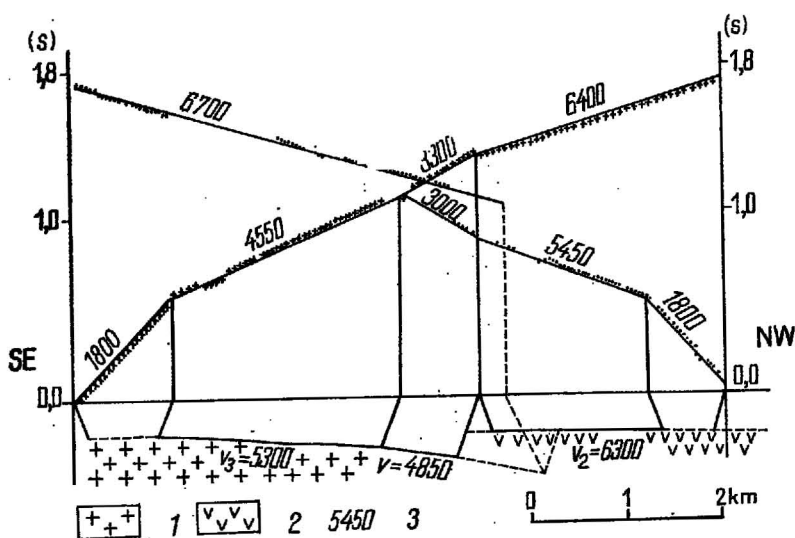


Fig. 3. Przekrój głębokościowy i hodograf refrakcyjny wzdłuż linii prostopadłej do wału przedsudeckiego (wg J. Pepeka i A. Midury — materiały opracowane w PPG)

Depth section and refraction hodograph along the line perpendicular to the Fore-Sudetic swell (after J. Pepek and A. Midura — materials interpreted at PPG)

1 — podłoże zmetamorfizowane; 2 — zechstein; 3 — prędkość fali załamanej w m/sek

1 — crystalline basement; 2 — Zechstein; 3 — refracted wave velocity in m/sec

Badania sejsmiczne w Rybnickim Okręgu Węglowym miały za zadanie określenie ukształtowania i głębokości stropu karbonu w obrębie projektowanych pól górniczych (A. Pepek, 1964, 1966; J. Skorupa, 1961). Utwory karbońskie wykształcone są tu w postaci kompleksu piaskowcowo-lupkowego z wkładkami węgla leżącego pod nadkładem trzeciorzędowym, o miąższości od paru metrów do kilkuset metrów. Fale załamane związane ze stropem karbonu śledzą się łatwo od odległości paru kilometrów od punktu wzbudzenia i charakteryzują się $V_g = 3,6-5,0$ km/sek; prędkości średnie w nadkładzie karbonu na ogół mieściły się w granicach 1,8—2,3 km/sek, przy czym wzrost pręd-

kości następował ze zwiększeniem głębokości występowania stropu karbonu. Do rozwiązania zadania zastosowano zdjęcie szczegółowe w postaci szeregu profili podłużnych i niepodłużnych usytuowanych prostopadle do przebiegu zasadniczych skłonów w badanej granicy refrakcyjnej. W metodyce badań zabezpieczono ciągle profilowanie fali załamanej od stropu karbonu. Interpretacja otrzymanych hodografów umożliwiła sporządzenie przekrojów głębokościowych wzdłuż profili oraz map strukturalnych stropu karbonu. W opracowaniu materiałów zwrócona została uwaga na występowanie poważnych błędów w głębokości granicy załamującej przy nieuwzględnieniu tzw. zjawiska przenikania fal sejsmicznych. Przenikanie fal związane jest z odcinkami granicy o wypukłym kształcie (tzw. przenikanie I-go rodzaju) oraz z wzrostem prędkości z głębokością poniżej granicy (przenikanie II-go rodzaju). Nieuwzględnienie przenikania I-go rodzaju powoduje spłaszczenie najbardziej wynurzonych części granicy, a II-go rodzaju — powstanie dodatkowego zróżnicowania głębokości granicy. W obydwu przypadkach następuje przegłębienie granicy w stosunku do rzeczywistego jej występowania. Rozmiary błędów wywołane zjawiskiem przenikania zależą od parametrów geometrycznych i prędkościowych ośrodka oraz od długości gałęzi hodografów. W związku z powyższymi zniekształceniami została opracowana metodyka interpretacji umożliwiająca eliminowanie zjawiska przenikania.

Badania sejsmiczne w SE części niecki śródsudeckiej miały za zadanie prześledzenie podłoża serii osadowej i wyznaczenie przestrzennego zasięgu lokalnych basenów karbonskich. Dla rozwiązania zadania zostało zastosowane refrakcyjne profilowanie granicy o $V_g = 5,5-6,5$ km/sek związanej ze skonsolidowanym podłożem (utwory krystaliczne lub metamorficzne), występującym na głęb. do 900 m. Przeprowadzone badania pozwoliły na uzyskanie zgeneralizowanego obrazu morfologii i głębokości występowania utworów podścielających skały osadowe oraz niektórych linii tektonicznych.

Dla potrzeb poszukiwań rud żelaza w podłożu krystalicznym w obszarze anomalii magnetycznych i grawimetrycznych północnej części masywu suwalskiego, a przede wszystkim dla lokalizacji wierceń poszukiwawczych wykonane zostały zwiadowcze prace refrakcyjne (opracowania A. Midury z 1963 r. oraz J. Skorupy z 1964 r.). Zadaniem ich była ocena możliwości kartowania zmienności petrograficznej skał podłoża krystalicznego (znajdującego się na głęb. 600—800 m) głównie przy pomocy śledzenia zmian prędkości granicznych.

W zastosowanej metodyce profilowania refrakcyjnego zwrócona została uwaga na dobór schematu obserwacji i metod interpretacji umożliwiających dokładne określenie wartości prędkości granicznych wzdłuż profili oraz stref zmian prędkości. W rezultacie przeprowadzonych badań uzyskano na trzech w pobliżu siebie położonych profilach zbliżony, podobny rozkład wartości V_g . Wyniki przedstawionych badań łącznie z rezultatami prac grawimetrycznych i magnetycznych zostały wykorzystane do projektowania wierceń poszukiwawczych.

Z przedstawionego przeglądu prac (wykonanych głównie przed 1967 r.) rysuje się stosunkowo duże wykorzystywanie metod sejsmicznych dla celów kartowania geologicznego związanego z poszukiwaniem i rozpo-

nawaniem złóż surowców stałych. Podstawową metodą badań sejsmicznych jest profilowanie refrakcyjne, tak w zakresie problemów strukturalnych, jak i określenia własności fizycznych skał. Na uwagę zasługuje stosowanie metod sejsmicznych do rozwiązywania zagadnień geologicznych dotyczących utworów ukrytych pod parusetmetrowym nakładem trzeciorzędu i mezozoiku.

BADANIA SEJSMICZNO-REFLEKSYJNE Z ZASTOSOWANIEM APARATUR Z ZAPISEM MAGNETYCZNYM

Z chwilą zastosowania na skalę przemysłową aparatów z zapisem magnetycznym oraz metodyki wielokrotnych pokryć zaznacza się zainteresowanie wykorzystaniem metody refleksyjnej dla potrzeb surowców stałych. Wyrazem tego postępowania jest wykonanie stosunkowo szerokiego programu badań pod auspicjami FS ONZ dla poszukiwań soli potasowych w utworach cechsztynu oraz korzystanie z wyników badań refleksyjnych, prowadzonych dla potrzeb bituminów przy rozpoznawaniu budowy geologicznej Lubelskiego Zagłębia Węglowego. W ostatnich latach rozpoczęto również badania refleksyjne dla potrzeb geologii górnictwa węglowego na Górnym Śląsku (fig. 1).

Badania refleksyjne związane z poszukiwaniem soli potasowej skupione były na obszarze wyniesienia Łeby (Cz. Twardowski, A. Pepel, Z. Werner, 1971) oraz północnego obrzeżenia wału przedsudeckiego (A. Midura, 1970). W obydwu rejonach prace miały na celu wyznaczenie zmian miąższościowych w obrębie cechsztynu występującego na głęb. 500—900 m, na drodze uzyskania fal odbitych związanych z przystropowymi i przyspagowymi partiami tych utworów, jak również refleksów śródcechsztyńskich. Na obszarze wyniesienia Łeby utwory cechsztynu wykształcone są w postaci około 300-metrowego kompleksu, w którego przyspagowej serii dolomitów i anhydrytów występują złoża polihalitu o znaczeniu przemysłowym. Nad tymi utworami znajduje się sól kamienna oraz seria nadsolna utworzona przez naprzemianległe warstwy wapieni, dolomitów i anhydrytów. Zauważono prawidłowość w rozkładzie miąższościowym osadów cechsztyńskich w obrębie złóż polihalitu — przy stałej miąższości cechsztynu kosztem grubości soli wzrasta miąższość anhydrytu spagowego, z którym związane jest występowanie soczew polihalitu, przy równoczesnym obniżeniu stropu cechsztynu. Dla rozwiązania zadania zastosowana została siatka profili refleksyjnych ostrzelanych metodyką 6-ciokrotnego pokrycia. Przy interpretacji wyników badań wykorzystano odwzorowanie na sekcjach czasowych parametrów charakteryzujących wymienione wyżej prawidłowości w obrębie cechsztynu nad złożem polihalitu, np. zmniejszenie czasu między stropem i spagiem cechsztynu, rozszczepianie się refleksów i zmiana ich charakteru, „ugięcie” refleksu wiążanego ze stropem cechsztynu. Na podstawie tych i innych cech zlokalizowano szereg anomalii określających występowanie złóż polihalitu. Stopień pewności występowania złoża w danej anomalii był uzależniony od ilości określonych cech na sekcji czasowej. Należy podkreślić, że tak wykryte anomalie poło-

zone są bądź to na już znanych złożach, bądź też zostały potwierdzone prowadzonymi później wierceniami poszukiwawczymi.

Na obszarze monokliny przedsudeckiej na podstawie śledzenia granic refleksyjnych cechsztyńskich spodziewano się zlokalizowania lokalnych basenów sedymentacyjnych, w których prawdopodobne jest nagromadzenie soli potasowych w bardziej mięjszych utworach. Zastosowana metoda badań na ogół zabezpieczała śledzenie granic odbijających wiązanych ze stropem i spągami cechsztynu oraz z dolomitem głównym. Równocześnie wyznaczono szereg uskoków obejmujących utwory cechsztynu. Opracowanie wyników badań umożliwiło sporządzenie map strukturalnych charakteryzujących ułożenie wymienionych granic oraz występowanie uskoków. Ze względu jednak na dość rzadką siatkę profili, nie zawsze zadawalającą jakość wyników oraz wybitnie złożoną budowę strukturalną — prace te wymagają kontynuacji. Ostatnio dla niektórych rejonów omawianego obszaru opracowane zostały programy szczegółowych badań refleksyjnych i wiertniczych dla wyjaśnienia występowania złóż soli potasowej oraz miedzi w osadach cechsztynu.

Na obszarze wyniesienia łukowsko-hrubieszowskiego oraz rowu lubelskiego wykonane zostało półszczegółowe, a w niektórych obszarach szczegółowe zdjęcie refleksyjne metodą jednokrotnych i wielokrotnych pokryć dla potrzeb poznania planów strukturalnych utworów karbonu i dewonu, a także starszego paleozoiku. Prace te wiązane z poszukiwaniem ropy i gazu zostały wykorzystane przy opracowaniu budowy geologicznej Lubelskiego Zagłębia Węglowego (J. Porzycki, 1970). Uzyskane wyniki badań refleksyjnych w zakresie interesującym geologię surowców stałych pozwalają na wyróżnienie na sekcjach czasowych dwóch przedziałów głębokościowych. Podstawą wydzielenia przedziałów jest układ granic odbijających oraz forma ich śledzenia się wzdłuż profili. Płytszy przedział — obejmujący utwory kredy i jury — charakteryzuje się nieomal poziomym ułożeniem granic odbijających o bardzo dobrej ciągłości korelacji. Wśród rejestrowanych tu fal dużą dynamiką zapisu wyróżnia się granica odpowiadająca utworom górnej jury. Z wymienionym kompleksem związana jest grupa fal wielokrotnych występujących w głębszym przedziale czasowym. Ten drugi przedział obramowany jest w górze poziomymi refleksami jurajskimi oraz w dole dość intensywnym, lecz nie wszędzie w dostatecznie ciągły sposób śledzącym się, refleksem odpowiadającym przyspagowym utworom karbonu (wizen). Wśród innych fal odbitych tworzących omawiany przedział na wielu profilach można wyznaczyć granicę związaną z utworami westfalu. Refleksy karbońskie w niektórych obszarach leżą nieomal poziomo, w innych tworzą formy strukturalne, wśród których ze względu na rozmiary należy wyróżnić antyklinalną strefę Kock—Łęczna. Ogólnie można powiedzieć, że obraz rejestracji karbońskich pozwala na stosunkowo dobre poznanie budowy geologicznej utworów: zmian miąższości, stref wyklinowań, zasięgu niektórych pięter oraz ważniejszych linii tektonicznych. Przyczynami obniżającymi jakość informacji są wspomniane wyżej fale wielokrotne, szczególnie trudne do identyfikacji przy spo-

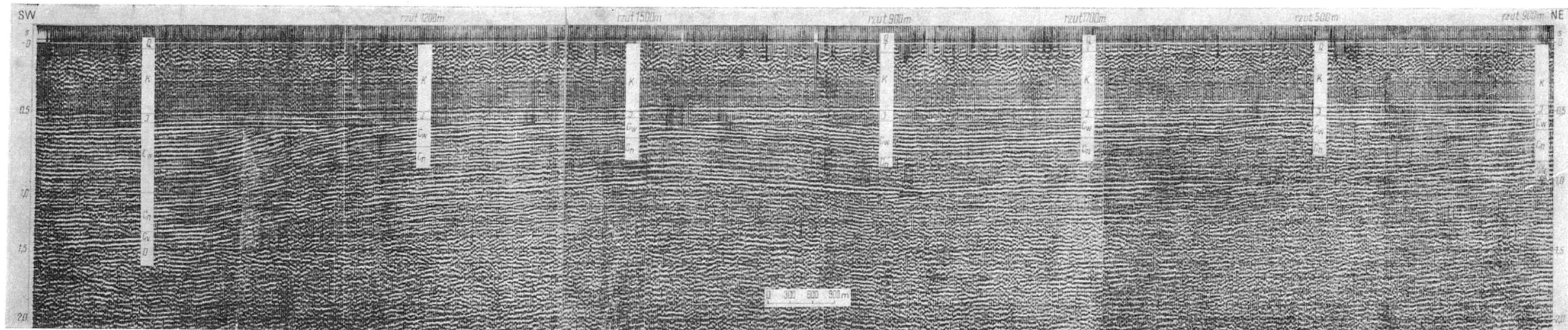


Fig. 4. Sekcja czasowa wzdłuż przekroju przecinającego Lubelskie Zagłębie Węglowe (sekcja czasowa opracowana w PPG)

Time section along the section across the Lublin Coal Basin (time section provided by PPG)

Q — czwartorzęd; T — trzeciorzęd; K — kreda; J — jura; Cw — westfal; Cn — namur; Cv — wizen; D — dewon

Q — Quaternary; T — Tertiary; K — Cretaceous; J — Jurassic; Cw — Westphalian; Cn — Namurian; Cv — Viséan; D — Devonian

kojnym ułożeniu karbonu, następnie strefy interferencji oraz strefy występowania fal dyfrakcyjnych. Strefy interferencji związane są z superpozycją fal odbitych od nachylonych granic karbońskich i fal wielokrotnych lub z nieuwzględnieniem zjawiska migracji przy przejściu ze spokojnego układu granic do nachylonego. Ilustracją omówionych wyników prac refleksyjnych jest sekcja czasowa przedstawiona na fig. 4, uzyskana wzdłuż profilu przecinającego Lubelskie Zagłębie Węglowe.

We wschodniej części Górnego Śląska wykonywane są obecnie badania refleksyjne dla potrzeb górnictwa węglowego. Zadaniem ich jest określenie miąższości utworów trzeciorzędu, kierunków

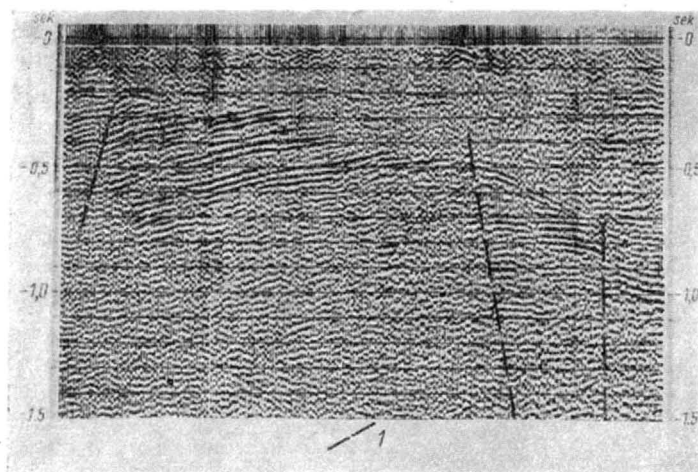


Fig. 5. Sekcja czasowa z obszaru Górnego Śląska (materiały PPG)

Time section from the Upper Silesia area (materials provided by PPG)

1 — przypuszczalne uskoki
1 — assumed faults

i kątów zapadania warstw karbońskich oraz wyznaczenie uskoków związanych z tymi utworami. Dotychczasowe wyniki badań przedstawiane są na sekcjach czasowych i przekrojach głębokościowych. Sekcje czasowe pozwalają na wyróżnienie dwu zasadniczych grup fal odbitych, które odpowiadają utworom trzeciorzędu oraz utworom karbonu (fig. 5). Refleksy miocenne, których zasięg głębokościowy wyznacza miąższość trzeciorzędu, śledzą się jako krótkie odcinki o spokojnym ułożeniu. Utwory karbonu scharakteryzowane są przez fale odbite o dość dużej dynamice i często o dużych kątach zapadania. Stwierdzone pionowe przesunięcia w układzie refleksów oraz w niektórych przypadkach fale dyfrakcyjne pozwalają na wyznaczenie uskoków przecinających utwory karbonu. Ogólnie można powiedzieć, że metoda refleksyjna pozwala na śledzenie

granic w kompleksie utworów karbońskich, ich upadów i kierunków oraz niektórych uskoku. W mniejszym stopniu uzyskuje się odbicia od utworów trzeciorzędu, a przede wszystkim kontaktu miocenu i karbonu.

KIERUNKI ZASTOSOWANIA BADAŃ SEJSMICZNYCH DLA ROZPOZNANIA SUROWCÓW STAŁYCH

Przedstawiony przegląd zastosowań badań sejsmicznych dla potrzeb surowców stałych wskazuje, iż metoda sejsmiczna ogranicza się do kartowania warstw geologicznych związanych z występowaniem kopaliny, a nie dotyczy bezpośrednich poszukiwań. Biorąc pod uwagę warunki geologiczne kraju oraz aktualne możliwości metody zakres ten jest prawidłowy i winien być w dalszym ciągu stosowany. Wykorzystanie metody refleksyjnej umożliwiło podjęcie badań warstw śródciechsztyńskich i śródkarbońskich. Kierunek ten winien w najbliższych latach ulec dalszemu rozwojowi dzięki wprowadzeniu do prac refleksyjnych techniki cyfrowej. Umożliwi ona obok bardziej precyzyjnego wyznaczania granic odbijających określenie warstw o mniejszej grubości, wyklinowań warstw oraz badanie zmian charakteru odbić wzdłuż profili sejsmicznych. W związku z powyższymi uwagami metoda sejsmiczna znajdzie nadal w pierwszym rzędzie zastosowanie w rozpoznawaniu złóż miedzi i soli w cechszynie oraz utworów karbońskich.

Prace badawcze wskazują, że w skałach krystalicznych i metamorficznych, podobnie jak w skałach osadowych, istnieją warstwy wyróżniające się prędkościami od skał otaczających (I. S. Bierzon, 1970). Warstwy te mają zwykle obniżone prędkości i przywiązane są do stref zaburzonych. Z wymienionymi warstwami mogą być związane intensywne fale odbite, które powinny stać się zaczątkiem wprowadzenia sejsmiki do zagadnień rudnych skał krystalicznych i metamorficznych. Tzw. „sejsmika rudna” znalazła już zastosowanie poza granicami kraju i winna być wprowadzona w Polsce do rozwiązywania zagadnień geologicznych na platformie prekambryjskiej lub w północnym obrzeżeniu Zagłębia Górnośląskiego.

Doskonalenie sejsmiki refleksyjnej w rozpoznawaniu cechszyny i karbonu oraz wprowadzenie jej do badań skał krystalicznych i metamorficznych winno być uzupełnione kompleksem metod sejsmicznych zmierzających do poznania warunków powstania fal sejsmicznych, dowiązania litostratygraficznego refleksów oraz natury obrazu falowego rejestrowanego podczas badań powierzchniowych. W tym celu w programach badań rejonów perspektywicznych dla poszukiwań surowców stałych należy wykonywać w otworach pomiary akustyczne, pomiary gęstości oraz pionowe profilowanie sejsmiczne. Wymieniony zespół pomiarów winien stanowić podstawę do obliczeń syntetycznych i teoretycznych sejsmogramów, a ich wyniki skorelowane z pracami powierzchniowymi oraz przekrojami geologicznymi mogą pozwolić na określenie utworów geologicznych, z którymi można wiązać granice sejsmiczne oraz precyzować zadania stojące przed badaniami sejsmicznymi.

Dla zwiększenia rozdzielczości i dokładności metody badań refrakcyjnych należy oprzeć się na wykorzystywaniu obok fal podłużnych także fal przemiennych. Fale te, wykorzystujące fale poprzeczne, które rozchodzą się z mniejszą prędkością, stwarzają nowe możliwości w zakresie śledzenia tak pionowych, jak i poziomych zmian własności sprężystych skał.

Zakład Geofizyki
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 9 lutego 1974 r.

PIŚMIENNICTWO

- DĄBROWSKI A. (1961) — Historia badań geofizycznych prowadzonych w związku z poszukiwaniem złóż soli w Polsce. *Prz. geol.*, 9, p. 598—600, nr 11. Warszawa.
- MIDURA A. (1970) — Dokumentacja sejsmicznych badań refleksyjnych na obszarze strefy przedsubdeckiej, (ONZ) rok 1969/1970. Sprawozdanie PPG. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.
- PEPEL A. (1964) — Zastosowanie sejsmicznych profilów niepodłużnych na Górnym Śląsku. *Techn. Poszuk.*, nr 9, p. 7—12. Warszawa.
- PEPEL A. (1966) — Niektóre problemy opracowania fal załamanych związanych ze stropem karbonu. *Techn. Poszuk.* nr 18. Warszawa.
- PORZYCKI J. (1970) — Lubelskie Zagłębie Węglowe. *Przew. XLII Zjazdu Pol. Tow. Geol.* p. 33—55. Warszawa.
- SKORUPA J. (1961) — Zastosowanie metod geofizycznych w rozpoznawaniu złóż węgla kamiennego na Górnym Śląsku. *Prz. geol.*, 9, p. 650—655, nr 12. Warszawa.
- TWARDOWSKI Cz., PEPEL A., WERNER Z. (1971) — Zastosowanie badań sejsmicznych do poszukiwań złóż soli potasowych. *Prz. geol.*, 19, p. 221—228, nr 5. Warszawa.
- БЕРЗОН И. С. (1970) — Сейсмические волновые поля в различных моделях реальных сред. В: Состояние и задачи разведочной геофизики. Изд. Недра. Москва.

Анджей ПЭПЭЛЬ

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДОГО СЫРЬЯ В ОТЛОЖЕНИЯХ ПЕРМИ, КАРБОНА И В КРИСТАЛЛИЧЕСКОМ ФУНДАМЕНТЕ

Резюме

Представлен обзор сейсмических работ, проведенных до сих пор в стране, для открытия месторождений твердого сырья. Перечисленные исследования касались поисков или разведки месторождений в отложениях пещштейна, карбона и в кристаллическом фундаменте. В пе-

риод применения осциллографической записи, сейсмические работы основывались главным образом на методе преломленных волн. После введения магнитной записи и метода многократных перекрытий, началось широкое применение метода отраженных волн при поисках и разведке твердых видов сырья, особенно месторождений соли и каменного угля. Перечислены важнейшие направления дальнейшего применения сейсмических методов для решения проблем геологии твердого сырья.

Andrzej PEPEL

**SEISMIC SURVEY FOR THE DEVELOPMENT OF SOLID MINERALS DEPOSITS
IN THE PERMIAN AND CARBONIFEROUS ROCKS AND IN THE CRYSTALLINE
BASEMENT**

S u m m a r y

Seismic surveys completed so far in Poland for solid minerals purposes are reviewed. These surveys were conducted to explore or develop solid minerals deposits in Zechstein and Carboniferous rocks or in the crystalline basement. In the time of photographic recording the seismic survey was based mainly on refraction method. On introduction of magnetic recording and multiple cover techniques the reflection method has been widely adopted for solid minerals purposes, chiefly salt and hard coal. The principal trends of further application of seismic methods in solid minerals geology are discussed.