

UKD 550.8.054:551.73:550.834.5.04

Tadeusz KRYNICKI

Wybrane zagadnienia metodyki prac polowych w badaniach geologicznych utworów paleozoicznych metodą refleksyjną

Omówiono zagadnienie wyboru parametrów metodyki prac polowych w badaniach utworów paleozoicznych. Przytoczono wyniki prac doświadczalnych, które potwierdzają słuszność założeń teoretycznych i wskazują na możliwość zwiększenia efektywności metody refleksyjnej w obszarze basenu permskiego.

WSTĘP

Metodyka prac polowych jest jednym z czynników istotnie rzutuujących na efektywność badań sejsmiczną metodą refleksyjną. W ostatnich latach nastąpiło jej wzbogacenie, polegające głównie na zwiększeniu krotności profilowań. Taki sposób postępowania musiał doprowadzić do zwiększenia kosztów badań, chociaż trzeba przyznać, że przyczynił się do poprawy jakości wyników głównie w utworach permomezozoicznych. Jednakże w niektórych jednostkach geologicznych czy też w pewnych rejonach nie uzyskuje się nadal zadowalających wyników, nawet z kompleksu cechsztynu, nie mówiąc już o paleozoiku podpermskim. Powodem tego wydają się być nie tylko trudne warunki wzbudzania czy też skomplikowana budowa geologiczna, ale również, a może nawet przede wszystkim, zastosowanie układów interferencyjnych o parametrach określonych na podstawie kryteriów dotychczas przyjmowanych w praktyce badań sejsmicznych i opartych na założeniu, że jedynie powierzchniowe fale zakłócające o długości kilkudziesięciu metrów stanowią poważną przeszkodę w uzyskiwaniu zadowalających wyników. Wydaje się, że dotychczasowy sposób obliczania parametrów układów interferencyjnych pozostaje w związku z pomniejszaniem jakości podstawowych materiałów pomiarowych, jakimi są zapisy na taśmach magnetycznych, i jednocześnie przypisywaniem prawie nieograniczonych możliwości procesowi przetwarzania danych, a ściślej sumowaniu. Taki pogląd na temat roli procesów przetwarzania, zresztą nadal powszechnie panujący wśród sejsmików, przyczynił się do wzrostu krotności profilowań do 12, a bardzo często nawet do 24. Jednakże wzrost krotności profilowań nie wszędzie zapewnia uzyskiwanie zadowalających

wyników refleksyjnych z utworów podcechsztyńskich lub, w niektórych jednostkach geologicznych znajdujących się poza obrębem basenu permskiego, także z kompleksu środkowo- i dolnopaleozoicznego. Należy podkreślić, że istnieją możliwości zwiększenia zasięgu głębokościowego metody refleksyjnej przez zastosowanie odpowiedniej metodyki prac polowych, o czym świadczą pomiary wykonane w okolicy Nakła. Wyniki prac doświadczalnych uzasadniają celowość ich omówienia w nawiązaniu do własności, jakimi odznaczają się układy interferencyjne o ostrych charakterystykach kierunkowości.

UKŁADY INTERFERENCYJNE O OSTRYCH CHARAKTERYSTYKACH KIERUNKOWOŚCI

Jednym z przedsięwzięć metodycznych, które w zasadniczy sposób może przyczynić się do zwiększenia efektywności sejsmicznych badań refleksyjnych, jest zastosowanie układów interferencyjnych o ostrych charakterystykach kierunkowości. Do układów takich zaliczać będziemy grupy otworów i geofonów o długich bazach, porównywalnych z długością fal odbitych, przy czym mogą to być bazy równoległe lub prostopadłe do profilu sejsmicznego. Grupy otworów lub geofonów o długich bazach mają pewne własności, dzięki którym uzyskuje się poprawę jakości wyników.

Zanim jednak przystąpimy do szczegółowego rozważenia zalet układów interferencyjnych o ostrych charakterystykach kierunkowości, zatrzymajmy się krótko nad samą zasadą działania takich grup otworów bądź geofonów. Można to wyjaśnić na przykładzie pracy anten nadawczo-odbiorczych fal elektromagnetycznych (M.R. Sztarski, 1968). Jeszcze prostszym przykładem takiego działania jest zwiększenie jasności źródła oświetlenia w pewnym określonym kierunku przy użyciu reflektora. Dzięki niemu energia świetlna zostanie skupiona w pewnym wybranym kierunku i powierzchnia znajdująca się na drodze wiązki światła do wybranego przedmiotu będzie silniej oświetlana, jednocześnie obszar zakryty reflektorem nie zostanie w ogóle oświetlony.

Również antena nadawcza fal elektromagnetycznych może przez odpowiednią konstrukcję skupić promieniowanie energii w pewnym określonym kierunku. Zysk energetyczny takiej anteny odnosi się do wybranego kierunku, podczas gdy w innych kierunkach zachodzi równocześnie zmniejszenie mocy (M.R. Sztarski, 1968). Zysk anteny jest tym większy, im mniejszy jest kąt ograniczający strefę, wewnątrz której następuje koncentracja energii fal elektromagnetycznych. Podobne własności pod względem uzyskiwania wzmocnienia sygnału przychodzącego z określonego kierunku mają anteny odbiorcze fal elektromagnetycznych.

Podstawy teorii anten nadawczo-odbiorczych fal elektromagnetycznych można by wykorzystać przy obliczaniu optymalnych parametrów wzbudzenia i odbioru w metodzie sejsmicznej, a więc parametrów grupowania otworów i geofonów. Dobór optymalnych parametrów wzbudzenia i odbioru fal sprężystych jest jednak bardziej złożony niż w radiotechnice przy obliczaniu danych konstrukcyjnych anten nadawczo-odbiorczych. Wynika to z niejednorodności ośrodka skalnego, a więc i zmian długości fal sejsmicznych podczas ich przebiegu. Niejednorodność ośrodka skalnego może więc utrudniać określenie optymalnych parametrów grupowania otworów i geofonów, podobnie zresztą jak i podczas prac z zastosowaniem tradycyjnego sposobu wzbudzenia i odbioru fal, tj. rozmieszczania otworów i geofonów na krótkich bazach.

Zalety układów interferencyjnych o ostrych charakterystykach kierunkowości w pewnym uproszczeniu sprowadzają się do:

- zwiększenia efektu sejsmicznego;
- możliwości wyboru kierunku koncentracji energii wybuchu;
- uzyskania efektu statystycznego.

Sejsmiczny efekt wybuchu rozpatrywać można w aspektach powstawania i rozprzestrzeniania się fal powierzchniowych oraz objętościowych. Fale powierzchniowe jako zakłócające zasięgiem oddziaływania obejmują warstwę ośrodka skalnego o miąższości bliskiej długości fali (I.I. Gurwicz, 1970). Amplitudy fal powierzchniowych szybko zmniejszają się wraz z głębokością, jednak im większa jest długość fali, tym wolniej następuje zmniejszenie amplitudy. Ilość energii przekazywanej danej fali ze źródła o określonych parametrach pozostaje stała, zaś gęstość energii na czole fali maleje odwrotnie proporcjonalnie do odległości X od miejsca wzbudzenia, a amplitudy zmniejszają się odwrotnie proporcjonalnie do \sqrt{X} (G.I. Gurewicz, 1974). Zmniejszanie się amplitud fal powierzchniowych jest wolniejsze niż amplitud fal objętościowych. W związku z tym w przypadkach tworzenia się intensywnych fal powierzchniowych stanowić one będą główną przeszkodę w rejestracji fal odbitych, nawet dla rozstawu geofonów oddalonego kilka kilometrów od miejsca wzbudzenia. W nawiązaniu do teorii układów interferencyjnych (I.I. Gurwicz, 1970) wiadomo, że fale powierzchniowe istotnie będą osłabiane przez grupy otworów i geofonów o długościach baz większych i równych długościom fal zakłócających. Dlatego też z punktu widzenia skuteczności tłumienia fal powierzchniowych wskazane jest stosowanie długich baz grup otworów i geofonów, dochodzące do 100 m.

Jednocześnie podczas odpalania ładunków w otworach usytuowanych na długich bazach, powstające fale objętościowe będą mieć na pewnej głębokości od miejsca wzbudzenia płaskie czoło. Fale o takich czołach charakteryzują się istotnymi własnościami z energetycznego punktu widzenia. Amplitudy fal o płaskich czołach zmniejszają się wraz z odległością wolno, tj. odwrotnie proporcjonalnie do X , podczas gdy amplitudy fal o czołach kulistych utworzone przez odpalanie ładunku skupionego, zmniejszają się zgodnie z $1/\sqrt{X}$ (E.F. Sawareński, 1972), gdzie X oznacza odległość od miejsca wzbudzenia. Ta właściwość fal o płaskich czołach winna być wykorzystywana w badaniach głębokich granic sejsmicznych, gdy pojawiają się problemy ze wzbudzeniem dostatecznie intensywnych fal użytecznych lub ich wyodrębnianiem na tle silnych zakłóceń.

Wzbudzenie fal przy zastosowaniu grupowania otworów na długich bazach stwarza możliwość koncentracji energii wybuchu w żądanym kierunku. Dzięki temu można kierować dużą część energii wybuchu na granice sejsmiczne bez konieczności zwiększenia ładunków. Fakt ten ma szczególne znaczenie w przypadku badania granic głębokich, gdyż wiadomo, że intensywność fal odbitych lub refrakcyjnych pozostaje w ścisłym związku z ilością energii padającej na te granice. Ta ostatnia może być regulowana poprzez zmianę parametrów grupowania otworów, a przede wszystkim ich liczby, długości baz wzbudzenia, zależnej od liczby otworów i odległości między nimi (T. Krynicki, 1978). W nawiązaniu do teorii anten (M.R. Sztarski, 1968) należy uważać, iż koncentracja energii wybuchu w żądanym kierunku jest możliwa wówczas, gdy długość bazy wzbudzenia równa się co najmniej długości fal sejsmicznych. Można przyjąć, że długości fal rozchodzących się w utworach paleozoicznych będą się wahać od 150 do 250 m. Tak więc poprzez odpalenie grupy ładunków umieszczonych w otworach usytuowanych na bazie np. 200–250 m można skierować dużą część energii wybuchu na granice sejsmiczne. Wybór długości baz przy zastosowaniu układów interferencyjnych o ostrych charakterystykach kierunkowości należy przeprowadzać przede wszystkim na podstawie parametrów fal użytecznych, będących przedmiotem badań. Mając na uwadze własności sprężyste utworów paleozoicznych,

rzutujące w dużej mierze na długości fal sejsmicznych, a także kształt charakterystyk kierunkowości zależny od parametrów grupowania (T. Krynicki, 1978), jak również względy ekonomiczne i organizacyjne, nie wydaje się, aby było uzasadnione grupowanie więcej niż 5–6 otworów na bazie 200–250 m. Niemniej jednak długość bazy wzbudzenia winna być każdorazowo dobierana w nawiązaniu do własności sprężystych ośrodka skalnego i obrazu falowego. Jeśli celem badań są także granice płytkie do czasu około 0,6 s, wówczas otwory należy sytuować na bazach prostopadłych do kierunku profilu.

Efekt statystyczny przy zastosowaniu grupowania otworów na długich bazach, a także grupowania geofonów, rozpatrywać można w odniesieniu do tłumienia fal wgłębnych, objętościowych oraz powierzchniowych. W przypadku odpalania ładunku skupionego lub ładunków umieszczonych na bazie mniejszej od długości fal wgłębnych, przestrzeń ośrodka skalnego, w której zachodzi proces powstawania i rozprzestrzeniania się fal sprężystych, określa kąt o wartości 180° . Jeżeli natomiast stosowane są bazy wzbudzenia o długościach porównywalnych z długością fal, wówczas przestrzeń objęta procesem drgań sprężystych jest mniejsza i w nawiązaniu do teorii anten nadawczo-odbiorczych (M.R. Sztarski, 1968) wyznacza ją kąt o wartości około 20° . Przyjmując zatem, że w ośrodku skalnym występują równomiernie rozmieszczone niejednorodności, mogące wywołać powstawanie wgłębnych fal zakłócających, wskutek zastosowania długich baz wzbudzenia wpływ tych fal zostanie zmniejszony prawie trzykrotnie. Możliwość tłumienia nieregularnych fal wgłębnych jest istotną własnością grup otworów i geofonów o długich bazach, dzięki czemu nastąpi podniesienie czytelności sejsmogramów, a tym samym i przekrojów sejsmicznych. Z kolei zwiększenie czytelności przekrojów niewątpliwie ułatwi korelację refleksów i przyczyni się do pełniejszej i jednoznacznej interpretacji geofizycznej.

Jednocześnie problem tłumienia fal powierzchniowych w refleksyjnych badaniach sejsmicznych należy do problemów jednych z ważniejszych. W przypadku stosowania grup otworów o długich bazach następuje ograniczenie wpływu powierzchniowych fal zakłócających na wyniki metody refleksyjnej. Ograniczenie to uzyskuje się wskutek tego, że grupy otworów, a także i geofonów o długich bazach, będą skutecznie tłumić wszystkie fale powierzchniowe, których długość nie przekracza wielkości baz. Oprócz tego długie bazy otworów pozwalają skierować znaczną część energii wybuchu w dół do ośrodka skalnego, w związku z czym intensywność wzbudzanych fal powierzchniowych będzie mniejsza w porównaniu z odpalaniem ładunku skupionego. Zmniejszenie intensywności fal powierzchniowych jest również ważne ze względu na konieczność uniknięcia uszkodzenia budowli oraz zachowania naturalnego otoczenia człowieka.

METODYKA POMIARÓW I WYNIKI PRAC RUTYNOWYCH

Wał środkowopolski wraz ze strefą przejścia do niecki łódzko-szczecińskiej zaliczany jest do obszarów trudnych dla prowadzenia badań metodą refleksyjną. Przyczyną tego są warunki wzbudzenia i złożona budowa geologiczna, w wyniku czego na sejsmogramach występuje wiele fal zakłócających wgłębnych i powierzchniowych. Stąd też badania refleksyjne w tym obszarze, podobnie zresztą jak i w przeważającej części basenu permskiego, mają dostarczyć danych o ułożeniu przede wszystkim utworów cechsztynu i mezozoiku. Dla osiągnięcia podstawowego celu badań stosowana jest bogata metodyka prac polowych, a przy wyborze geometrii rozstawu bierze się pod uwagę konieczność uzyskiwania granic cechsztyńskich. Wzbudzenie fal odbywa się w otworach poniżej strefy małych pręd-

kości. Liczba otworów waha się od 1 do 3. Baza grupy 3 otworów wynosi 20 m.

Na profilach sejsmicznych w okolicy Nakła grupuje się 24 geofony na bazie 55 m ustawione liniowo w układzie 1-1-2-2-3-3-3-2-2-1-1. Odległości między kanałami wynoszą 75 m. Stosowane są rozstawy skrajne o długości 3600 m. Badania prowadzone są metodą 24-krotnego profilowania. Przykład zapisu obrazu falowego na sejsmogramach uzyskiwanych w rejonie Nakła podczas prac rutynowych (H. Grzesik, T. Białek, 1981) ilustruje fig. 1. Sejsmogram *a* zarejestrowano przy wzbudzaniu fal w pojedynczym otworze (PS 976), zaś sejsmogram *b* w trzech otworach usytuowanych na bazie 20 m (PS 970). Należy stwierdzić, że zapis sejs-

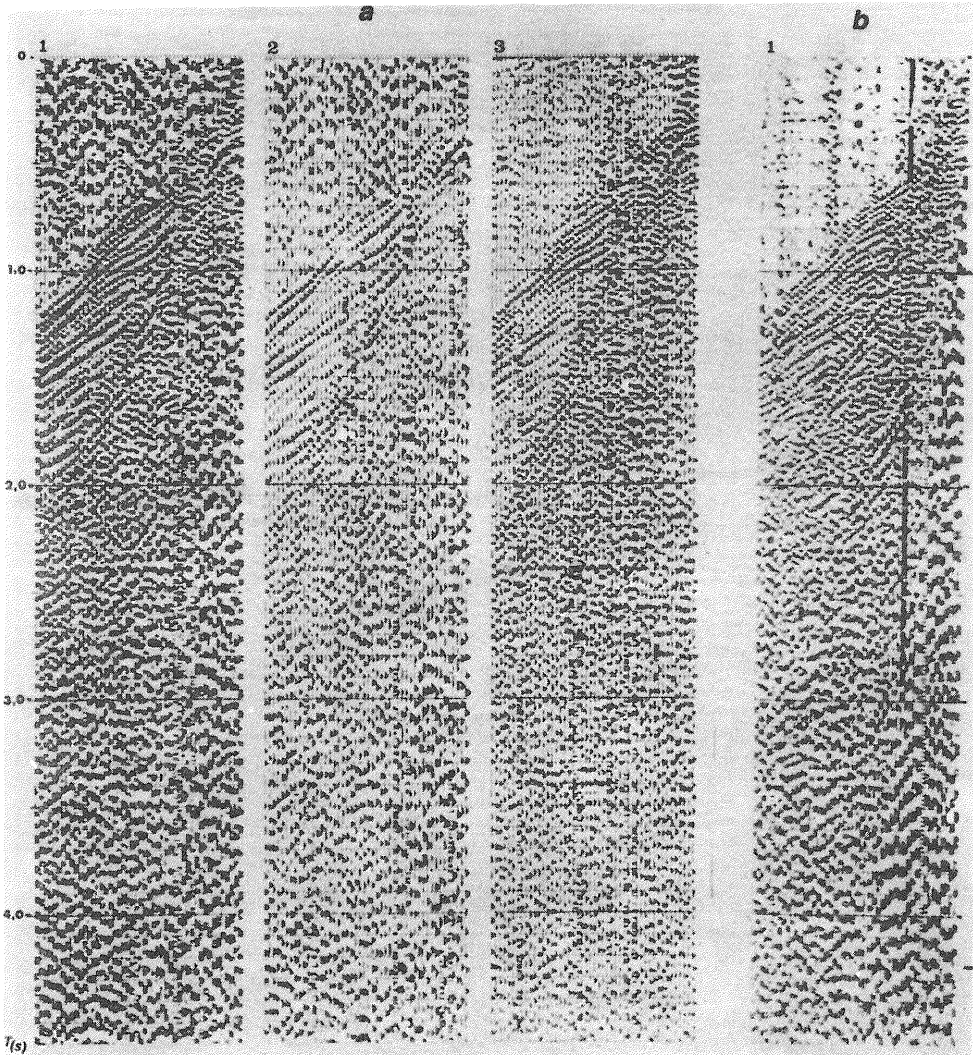


Fig. 1. Sejsmogramy uzyskane przy wzbudzaniu fal

Seismograms obtained by induction of waves

a – 1 otwór; b – 3 otwory na bazie 20 m; 1–3 – pasma przenoszenia częstotliwości

a – single borehole; b – 3 boreholes spaced at 20 m basis; 1–3 – frequency transmission bands

miczny widoczny na sejsmogramach *a* i *b* jest podobny. Mimo że sejsmogramy te zarejestrowano przy wzbudzaniu fal w miejscach oddalonych o 900 m, to można uważać, że fakt ten nie stanowi przeszkody w porównywaniu wyników, ponieważ rozstawy geofonów pokrywały się na znacznej części swej długości. Pod-

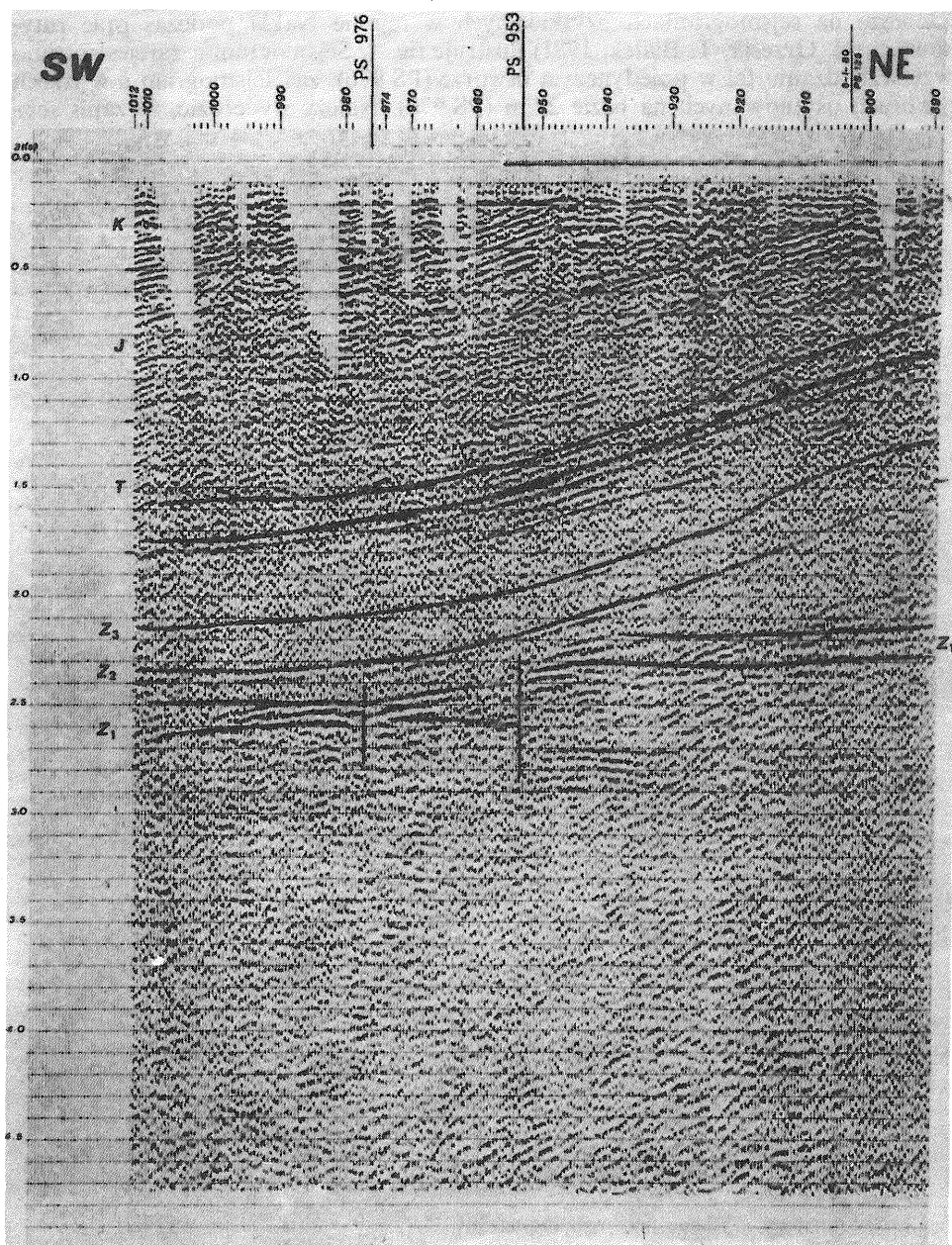


Fig. 2. Przekrój czasowy – profilowanie 24-krotne
Time section – 24-field profiling

czas prac doświadczalnych wykonanych dotychczas w omawianym rejonie, a mających na celu ustalenie wpływu liczby grupowanych otworów na wyniki, w zasadzie nie stwierdzono istotniejszych różnic w zapisie falowym uzyskiwanym przy zastosowaniu pojedynczych lub 3 otworów usytuowanych na bazie 20 m (H. Grzesik, T. Białek, 1981). Na sejsmogramach *a* i *b* (sejsmogram *a* odtworzono w różnych pasmach przenoszenia częstotliwości) występuje silne tło zakłóceń. Fale zakłócające zostały częściowo wytłumione przez zastosowanie filtrów (sejsmogram *a* – 2, 3). Wyznaczanie refleksów na sejsmogramach o tak dużym tle zakłóceń jest bardzo utrudnione. W przedziale czasu 2–2,5 s zaznaczają się fale odbite od granic cechsztyńskich. Dynamika refleksów cechsztyńskich jest jednak niska, dlatego też dla uzyskania wyraźnych granic na przekrojach stosowano wysoką krotność profilowania. Przykład przekroju czasowego opracowanego metodą 24-krotnego profilowania przedstawia fig. 2. Na przekroju tym wyznaczyć można kilka granic jurajskich i triasowych oraz cechsztyńskich. Dynamika zapisu tych granic jest niska. Jeżeli jeszcze w odniesieniu do granic jurajskich fakt ten można tłumaczyć zbyt długimi rozstawami i odległościami między kanałami, o tyle trudno uznać za zadowalające wyniki z kompleksu cechsztyńskiego, dla rozpoznania budowy którego specjalnie dobrano geometrię rozstawu.

Na krótkim odcinku przekroju czasowego między PS 930 a PS 950 uzyskano granicę podcechsztyńską (fig. 2). Tworzy ją refleks mający 5 faz, z których 2 i 3 są najwyraźniejsze. Wszystkie fazy refleksu występują w przedziale czasowym 2,7–2,9 s. Charakterystyczne jest położenie granicy, niezgodne z nakładem. Na przekroju czasowym brak jest innych granic głębszych, dlatego też na podstawie tak krótkiego odcinka granicy sejsmicznej trudno jest wnioskować o załęganiu warstw paleozoiku podpermskiego, a tym samym i lokalizować wiercenia poszukiwawcze. Nadmienimy, że na przekroju czasowym w okolicy PS 953 i PS 980 głównie na podstawie granicy Z_1 wyznaczono (H. Grzesik, T. Białek, 1981) dwa zaburzenia tektoniczne. Jedno z nich mogło w jakimś stopniu tłumaczyć zanik odbić od granicy podcechsztyńskiej na przekroju czasowym od PS 950 w kierunku SW (fig. 2).

WYNIKI PRAC DOŚWIADCZALNYCH

Dla potwierdzenia słuszności założeń teoretycznych co do możliwości podniesienia jakości wyników uzyskiwanych metodą refleksyjną przy zastosowaniu grupowania otworów na długich bazach, wykonano prace doświadczalne na tym samym profilu 12-I-80, w miejscu odległym o około 10 km na SE od Nakła. Wybór tego rejonu nie był przypadkowy, gdyż uważano i już wcześniej wskazywano (T. Krynicki i in., 1975; T. Krynicki, 1978), że grupy otworów o długich bazach przyczyniają się do poprawy wyników. Wychodzono przy tym z założenia, że efektywność grupowania otworów na długich bazach najlepiej uzyskać na tych odcinkach profili, na których rejestruje się dużo intensywnych fal zakłócających, zarówno powierzchniowych, jak i wgłębnych.

Sejsmogramy *c* i *d* (fig. 3) uzyskano wzbudzając fale w tym samym punkcie (PS 976) co sejsmogram *a* z fig. 1. Parametry odbioru w zakresie dokonywania zapisu na sejsmogramach *a*, *c* i *d* były identyczne, różniły się natomiast warunki wzbudzania, a ściślej długości baz otworów i liczba otworów. Sejsmogram *c* uzyskano przy zastosowaniu grupowania 5 otworów usytuowanych prostopadle do kierunku profilu, zaś sejsmogram *d* – 3 otworów rozmieszczonych na bazie o długości 150 m równoległe do rozstawu geofonów. Przy pomiarze *d* otwór środkowy

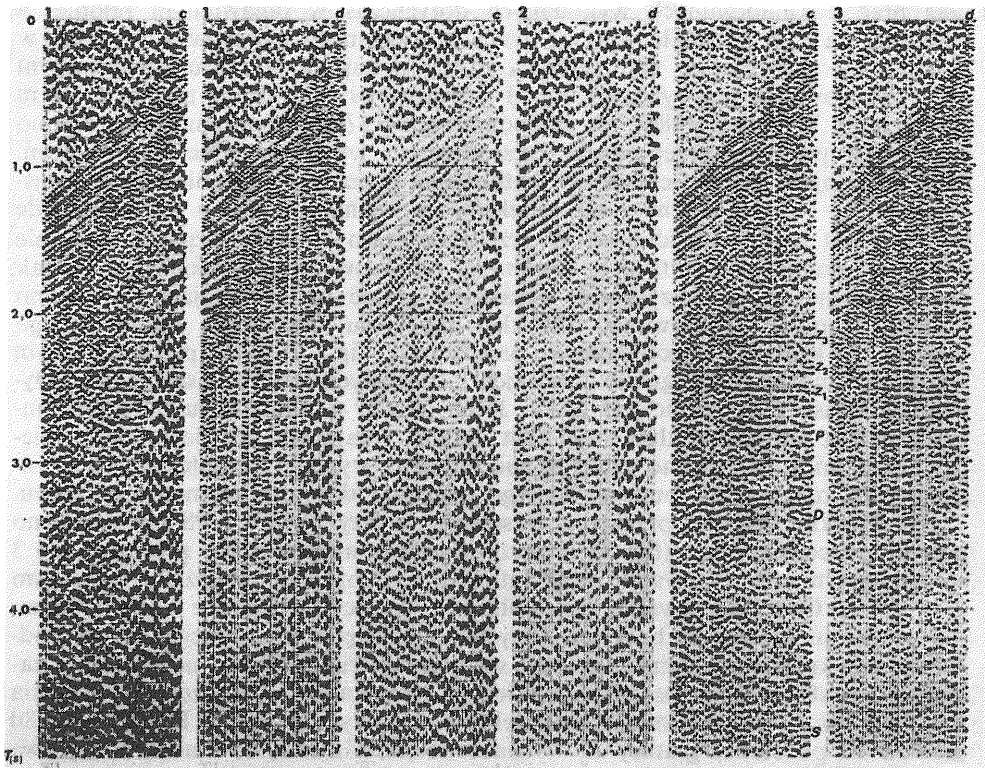


Fig. 3. Sejsmogramy uzyskane przy zastosowaniu grupy otworów

Seismograms obtained with the use group of boreholes

c – 5 otworów na bazie 200 m, prostopadle do profilu; d – 3 otwory na bazie 150 m, równoległe do profilu; pozostałe objaśnienia jak na fig. 1

c – 5 boreholes spaced at 200 m basis normal to the profile; d – 3 boreholes spaced at 150 m basis parallel to the profile; other explanations as in fig. 1

wy został wykorzystany powtórnie. Fale na sejsmogramach *a*, *c* i *d* zostały odbite od granic sejsmicznych na tym samym odcinku przekroju, znajdującym się między dwoma uskokami wyznaczonymi w pobliżu PS 950 i PS 980 (fig. 2), co niewątpliwie ułatwia porównanie uzyskanych wyników. Sejsmogramy *a*, *c* i *d* odtworzono w trzech pasmach częstotliwości, tj. 8 – 125 Hz (1), 5,8 – 20,30 Hz (2) i 9,5 – 40,60 Hz (3). Sejsmogramy odtworzone w najwyższym paśmie są najbardziej czytelne, niezależnie od stosowanych parametrów wzbudzenia.

Porównując sejsmogramy *a* (fig. 1) oraz *c* i *d* (fig. 3) należy stwierdzić, że najlepsze wyniki uzyskano podczas grupowania 5 otworów – sejsmogram *c*. Jednakże o jakości wyników zadecydowała nie liczba grupowanych otworów, lecz długość bazy wzbudzenia. Wnioskować o tym można z porównania sejsmogramów *b* i *d*, które zarejestrowano podczas grupowania identycznej liczby otworów rozmieszczonych na bazach o różnej długości. Na sejsmogramie *d* można wyznaczyć więcej refleksów i to w sposób bardziej pewny w porównaniu z sejsmogramem *b*. Wyrazistość zapisu refleksów Z_1 , Z_2 i Z_3 na sejsmogramie *c* jest lepsza w porównaniu z zapisem granic cechsztyńskich na przekroju czasowym (fig. 2). Opracowanie przekroju czasowego jest wstępne i końcowa interpretacja może ulec pewnym zmianom.

Oprócz refleksów cechsztyńskich, dobrze widocznych na sejsmogramie *c*, występują także fale, które na podstawie cech zapisu można uważać za odbite od utworów głębszych, środkowo- lub dolnopaleozoicznych. Dwie z nich najwyraźniejsze – oznaczono literami *P* i *D*. Fala *P* ma podobną dynamikę zapisu i występuje na tych samych kanałach co refleks Z_1 . Nie można wykluczyć, iż jest ona odbita od skał tworzących granicę podcechsztyńską wyznaczoną na przekroju czasowym (fig. 2) między PS 930 a PS 950 w przedziale czasu 2,7–2,9 s. Gdyby takie założenie przyjąć, wówczas można by twierdzić, że utwory, na których powierzchni powstaje fala *P*, przechodzą dalej na SW poza uskoki występujący w pobliżu PS 950 (fig. 2). Fala *D* dynamicznie wyróżnia się z tła zapisu na sejsmogramie *c*, chociaż przebieg jej osi zgodności faz jest złożony. Być może częściowo spowodowane jest to nałożeniem się zakłóceń lub samym charakterem granicy odbijającej. Ponadto fala *D* wskazuje na nieco odmienne ułożenie utworów w porównaniu do nadkładu w tym przedziale głębokości, który można określić na około 6500 m. Trzeba jednak podkreślić, że na podstawie zapisu na sejsmogramie uzyskanym przy zastosowaniu skrajnych rozstawów i w dodatku bez uwzględnienia poprawek kinematycznych trudno jest określić upady warstw. Oprócz tego prace doświadczalne miały za zadanie sprawdzenie efektywności grupowania otworów na długich bazach w badaniach skał dolnopaleozoicznych. Na sejsmogramie *c-3* występuje na czasie 4,8 s refleks *S* (fig. 3). Jeżeli przyjąć dla niego prędkość średnią równą 4500 m/s, to głębokość granicy odbijającej będzie równa 10 800 m. Jest ona zatem zbliżona do głębokości granicy refrakcyjnej związanej z podłożem krystalicznym lub skonsolidowanym (J. Skorupa, 1974). Refleks ten zarejestrowano wprawdzie na czasie prawie dwukrotnie większym od czasu występowania

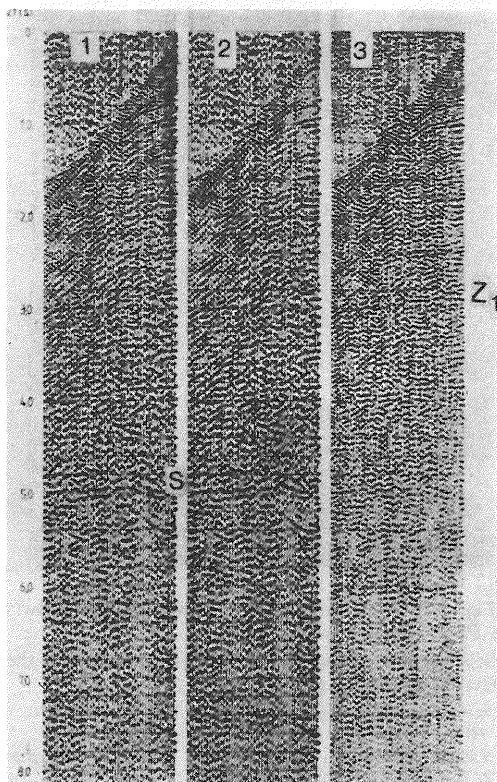


Fig. 4. Przykład wyników uzyskanych na profilu 11-I-81; baza wzbudzenia 200 m
An example of results obtained at the profile 11-I-81; induction basis – 200 m

1–3 – pasma przenoszenia częstotliwości podczas odtwarzania sejsmogramów

1–3 – frequency transmission bands in time of reproduction of seismograms

granicy Z_2 , jednak na podstawie ogólnego charakteru zapisu nie wydaje się, aby był on reflekssem wielokrotnym. Zebranie większej ilości materiałów pomiarowych pozwoli pewniej określić realność granicy S .

Podobne pomiary do omówionych wykonano na profilach 11-I-81, PS 431 i 2-1-81, PS 337 i 312 w rejonie Bydgoszczy. Uzyskane wyniki ilustrują fig. 4 i 5. Należy podkreślić, że PS 431 usytuowano w bardzo niekorzystnych warunkach powierzchniowych i wgłębnych, w związku z czym sejsmogram zarejestrowany podczas prac rutynowych ze względu na słabą jakość nie nadaje się do wykorzystania. Duże tło zakłóceń występuje również na sejsmogramach doświadczalnych, odtworzonych w trzech różnych pasmach przenoszenia częstotliwości (fig. 4). Jednak mimo widocznych zakłóceń, na sejsmogramach tych można wyznaczyć kilka refleksów, zwłaszcza głębszych, z których dwa oznaczono Z_1 i S . Refleksy te wyróżniają się dynamiką, chociaż przebieg ich osi fazowych jest złożony. Ponadto na sejsmogramach 2 i 3, odtworzonych w wąskim paśmie częstotliwości, zaznacza się liniowe ułożenie faz fal, które sądząc z charakteru zapisu wydają się być odbiciami rzeczywistymi, a czas ich rejestracji wynosi 6,0 i 7,4 s.

Wskutek zastosowania wzbudzania fal w otworach usytuowanych na bazach zapewniających uzyskanie ostrych charakterystyk kierunkowości, nastąpiła poprawa dynamiki zapisu refleksów na profilu 2-I-81 PS 337 (sejsmogram *a*) i PS 312

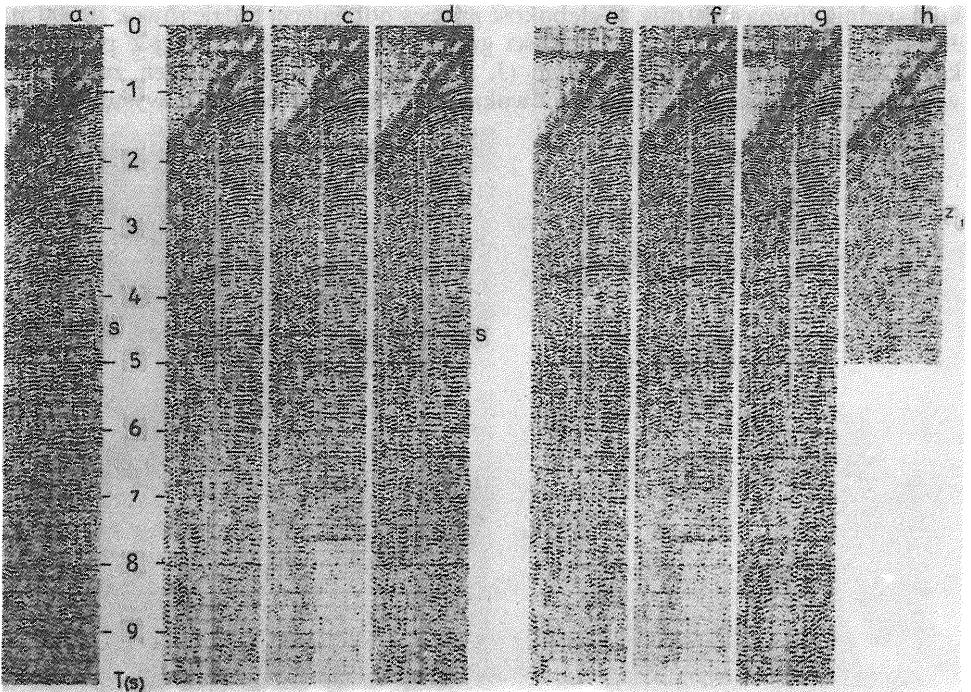


Fig. 5. Sejsmogramy obrazujące wyniki prac doświadczalnych na profilu 2-I-81 PS 337 (sejsmogram *a*) i PS 312 (sejsmogramy *b-h*)

Seismograms showing results of experiments at the profile 2-I-81 PS 337 (seismogram *a*) and PS 312 (seismograms *b-h*)

Sejsmogramy *a-g* – bazy otworów zapewniające ostre charakterystyki kierunkowości; sejsmogram *h* zarejestrowano podczas prac rutynowych

Seismograms *a-g* – borehole bases providing clear characteristics of directions; seismogram *h* – records made in the course of routine surveys

(sejsmogramy $b-g$; fig. 5), zlokalizowanych odpowiednio o około 5 i 8 km na SE od otworu wiertniczego Wudzyń 1. Sejsmogram h zarejestrowano również na PS 312 podczas prac rutynowych, tj. przy grupowaniu 3 otworów na bazie 30 m. Czas zapisu wynosił 5 s. W zasadzie na wszystkich sejsmogramach do czasu 5 s można wyznaczyć te same fale, chociaż na sejsmogramie h są one mniej dynamiczne. Największą intensywność mają refleksy na czasie 1,1 s i około 3,5 s. Ten pierwszy należy wiązać z utworami jurajskimi, natomiast na czasie około 3,5 s znacznie trudniej jest określić realność wielofazowego refleksu na podstawie tylko zapisu na sejsmogramach. Na sejsmogramach odtworzonych przy zastosowaniu szerokiego pasma przenoszenia częstotliwości omawiany refleks dzieli się na dwa refleksy mające po 2 fazy. Słabo to jest widoczne na sejsmogramie, mimo że odtworzony został w podobnym paśmie częstotliwości co i sejsmogramy $b-h$. Można postawić hipotezę, że jest to refleks odbity od granicy D , wyznaczonej na fig. 3.

Mniej wątpliwości budzi realność granicy S , poniżej której występują także fale mające cechy odbić rzeczywistych. Na podstawie charakteru zapisu zwłaszcza na sejsmogramach $a-g$ (fig. 5) granicę S prawdopodobnie należy uważać za strop pewnego kompleksu skalnego o odmiennej od nadkładu budowie. Dla przeprowadzenia pełniejszych rozważań i wyciągnięcia bardziej jednoznacznych wniosków na temat budowy geologicznej paleozoiku i utworów głębszych niezbędne jest nagromadzenie większej ilości danych sejsmicznych. Oprócz tego należałoby skoncentrować się na zagadnieniach metodycznych i wykazać, że przez zastosowanie odpowiedniej metodyki prac połowych można zwiększyć efektywność sejsmicznej metody refleksyjnej w badaniach utworów paleozoicznych i starszych w obszarze basenu permskiego.

Pomiary doświadczalne, mimo że wykonano je w niewielkiej ilości, potwierdzają słusność założeń teoretycznych i wskazują na celowość kontynuacji podobnych prac. Wyniki świadczą, że istnieje możliwość zwiększenia zasięgu głębokościowego metody refleksyjnej, przy jednoczesnym podniesieniu wyrazistości zapisu fal odbitych od utworów cechsztyńskich. W związku z tym należy uważać, że dla uzyskiwania informacji o budowie utworów cechsztyńskich nawet w trudnych obszarach, jak wał pomorski, nie jest konieczne stosowanie tak wysokiej krotności profilowania. Przyszłe prace doświadczalno-metodyczne w obszarze basenu permskiego i wszędzie tam, gdzie celem badań są utwory paleozoiku, winny zmierzać do określenia:

- optymalnej długości baz wzbudzenia i liczby otworów;
- efektywności równoległych i prostopadłych do profilu baz otworów i geofonów.

W kolejnym etapie należałoby wykonać pomiary optymalną metodyką na 5–10 km odcinkach profili usytuowanych w różnych jednostkach geologicznych. Pomiary te miałyby na celu ustalenie krotności profilowania. Następnie winno się rozpocząć badania na profilach regionalnych. Wskazane jest także przystąpienie do pomiarów na profilach międzynarodowych, na których badania prowadzi Instytut Geofizyki PAN. W rejonach, w których utwory paleozoiku uznawane są za perspektywiczne pod względem występowania złóż bituminów, można wykonywać strukturalne badania półszczegółowe i szczegółowe po ustaleniu optymalnych parametrów metodyki pomiarów, a zwłaszcza długości baz wzbudzenia fal sprężystych.

PIŚMIENICTWO

- GRZESIK H., BIAŁEK T. (1981) – Dokumentacja badań sejsmicznych wykonanych na terenie Rejon Bydgoszczy. Arch. Przeds. Bad. Geofiz. Warszawa.
- KRYNICKI T., HAŁOŃ E., MATERZOK W., STEFANIAK L. (1975) – Opracowanie metodyki kierunkowego wzbudzenia drgań w warunkach Karpat. Arch. Przeds. Bad. Geofiz. Warszawa.
- KRYNICKI T. (1978) – Metoda kierunkowego wzbudzenia fal i jej efektywność. Wyd. Geol. Warszawa.
- SKORUPA J. (1974) – Wyniki regionalnych prac refrakcyjnych prowadzonych w związku z rozpoznaniem głębokiego podłoża. Pr. Inst. Geol. Warszawa.
- SZTARSKI M.R. (1968) – Urządzenia radiolokacyjne. Wyd. Kom. Łączn. Warszawa.
- ГУРВИЧ И.И. (1970) – Сейсмическая разведка. Изд. Недра. Москва.
- ГУРЕВИЧ Г.И. (1974) – Деформируемость сред и распространение сейсмических волн. Изд. Недра. Москва.
- САВАРЕНСКИЙ Е.Ф. (1972) – Сейсмические волны. Изд. Наука. Москва.

Тадеуш КРЫНИЦКИ

**ВЫБРАННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТОДИКИ ПОЛЕВЫХ РАБОТ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАЛЕЗОЙСКИХ ПОРОД
МЕТОДОМ ОТРАЖЕННЫХ ВОЛН**

Резюме

Назревшей необходимостью при работах методом отражённых волн стало увеличение глубины их проникновения. Этой цели можно достичь, применяя интерференционные системы с чёткими характеристиками направленности. В статье рассмотрены свойства групп скважин с такими характеристиками и достоинства групп скважин с длинными базами. Измерения, выполненные на переходе к Поморскому антиклинорию, считающемуся весьма трудной территорией для изучения методом отражённых волн, подтвердили верность теоретических рассуждений.

В результате применения возбуждения на длинных базах, сравнимых с длиной волн, составляющих объект изучения, получена довольно качественная регистрация волн от цехштейновых пород. Полученные результаты служат обоснованием целесообразности продолжения таких работ, которые могут послужить для изучения геологического строения палеозойской толщи.

Tadeusz KRYNICKI

**SOME METHODOLOGICAL PROBLEMS OF REFLECTION FIELD SURVEYS
ON GEOLOGICAL STRUCTURE OF PALEOZOIC ROCKS**

S u m m a r y

The paper shows the necessity to increase depth range of surveys carried out by the reflection method. This may be achieved using interferential systems with sharp direction characteristics. The properties of borehole groups with such characteristics are discussed and advantageous features of groups of boreholes with long bases are shown. The surveys covering an area transitional to the Pomeranian anticlinorium, i.e. that considered as very difficult from the point of view of reflection surveys, gave further support to the above theoretical analysis.

The use of induction at long bases, comparable with the length of waves in question, improved quality of record of waves considered as reflected from Zechstein rocks. Moreover, seismograms began to show some deeper reflections. The obtained results show that similar works should be continued as they may markedly contribute to the knowledge of geological structure of the Paleozoic.