

Henryk JANKOWSKI

Wpływ gradientów prędkości sejsmicznych na formę struktur podcechsztyńskich w NW części basenu permskiego w Polsce

W artykule omówiono kwestię struktur w podłożu cechsztynu będących efektem transformacji refleksyjnych materiałów czasowych na głębokościowe. Ustalono terytorialne poziome i pionowe zmiany prędkości średnich w oparciu o hodografy pionowe. Stosując ustalone wartości prędkości przeliczono czasowe modele strukturalne. Uzyskano wielkości deformacji głębokościowej w stosunku do obrazu w wersji czasowej granicy podsólnej Z1 przy określonych zmianach miąższości cechsztynu i głębokości zalegania utworów nadkładu.

Prawidłowa interpretacja głębokościowa materiałów sejsmicznych ma zasadnicze znaczenie dla zgodnego z rzeczywistością odwzorowania budowy strukturalnej. Prawidłowość tego odwzorowania warunkuje właściwe określenie miejsca występowania i rozmiarów struktur antyklinalnych, które najczęściej są celem poszukiwań w metodzie refleksyjnej.

Artykuł rozpatruje charakter zmian morfologii granicy sejsmicznej Z1, wynikających z istnienia pionowych i poziomych gradientów prędkości, w stosunku do jej morfologii obserwowanej na przekrojach czasowych, a w szczególności wpływ istnienia wysokoprędkościowych utworów cechsztynu o zmiennych miąższościach na deformację morfologii granicy Z1. Analizie poddano obszar północno-zachodniej części basenu permskiego obejmujący bloki Wolina, Gryfic i Kołobrzegu (fig. 1). Materiał wyjściowy stanowiły pomiary średnich prędkości wykonane w następujących otworach: Wrzosowo 1, Kamień Pomorski IG 1, Kamień Pomorski 3, Dargobądz 1, Przytór 1, Międzyzdroje 1, Świnoujście 1, Świerżno 1, Warnowo 1, Warnowo 3, Kołczewo 1, Jarszewo 1, Zółwino 1, Karcino 1, Karlino 1, Ustronie Morskie IG 1, Grzybowo 1, Gościno IG 1, Rokita IG 1, Barkowo 1, Rakowo 2, Benice 1, (H. Jankowski, 1975; J. Żaruk, K. Wróbel, 1972). Przedmiotem analizy były prędkości warstwowe w obrębie utworów cechsztynu oraz środkowego i dolnego pstręgo piaskowca, czyli w przedziale między granicą sejsmiczną Tp_2 i Z1.

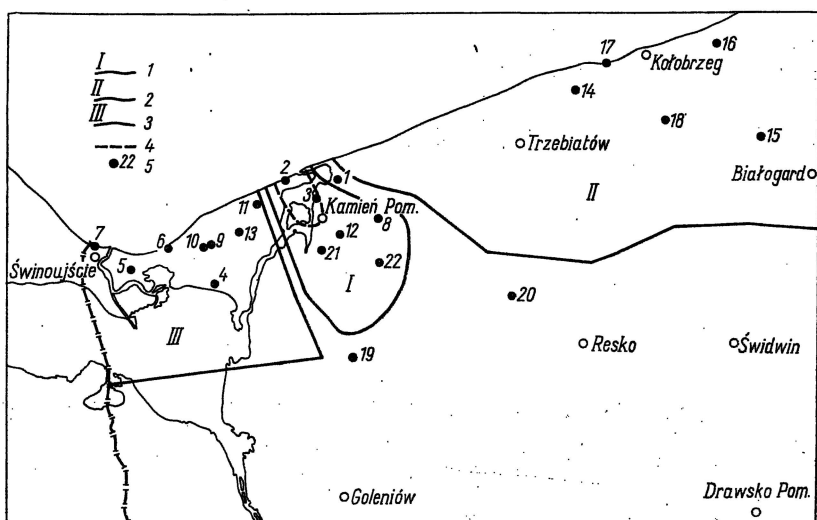


Fig. 1. Obszar wykonanej analizy prędkości
Area of velocity analysis

1 — obszar hodografu pionowego I granicy Tp_2 ; 2 — obszar hodografu pionowego II granicy Tp_2 ; 3 — obszar hodografu pionowego III granicy Tp_2 ; 4 — obszar hodografu pionowego między granicami Tp_2 — Z4 (antyklina Kamienia); 5 — otwory wiertnicze

1 — area of vertical hodograph I of boundary Tp_2 ; 2 — area of vertical hodograph II of boundary Tp_2 ; 3 — area of vertical hodograph III of boundary Tp_2 ; 4 — area of vertical hodograph for the interval between boundaries Tp_2 and Z4 (Kamień anticline); 5 — boreholes

W celu określenia głębokości granicy Tp_2 skonstruowano hodografy pionowe uwzględniające zmiany średnich prędkości wzdłuż tej granicy w wydzielonych rejonach prędkościowych (fig. 1). Hodografy pionowe granicy Tp_2 stanowią linię uśredniającą punkty odpowiadające kontaktowi górnego i środkowego pstręgo piaskowca umieszczone w układzie współrzędnych H i t_0 . Te dane uzyskane z pomiarów średnich prędkości w analizowanych otworach uśredniono w trzy krzywe, od I do III (fig. 2). Krzywe I i II wykazują prawie liniowy wzrost prędkości z głębokością. Natomiast krzywa III w interwale głębokości 1400 — 1500 ulega dość znacznemu przegięciu w kierunku wyższych prędkości. Jest ona przyporządkowana blokowi Wolina i synklinie Wiselki (R. Dadlez, S. Młynarski, 1967). Przegięcie krzywej jest logiczną konsekwencją potrzeby dokonania rozwinięcia prędkości pomiędzy otworami Warnowo 1 i Warnowo 3 a Kołczewo 1 i Żółwino 1. Krzywa I, uśredniająca widoczne na fig. 2 wartości otworów z rejonu antykliny Kamienia, została terytorialnie jej przyporządkowana, natomiast krzywa II analogicznie odpowiada blokowi Kołobrzegu.

Maksimum uwagi w niniejszym opracowaniu poświęcono właściwemu określeniu prędkości warstwowych w obrębie środkowego i dolnego pstręgo piaskowca oraz cechsztynu. Wynika to z potrzeby zwrócenia uwagi na przyrosty głębokości wraz ze zmianą miąższości wysokoprędkościowych

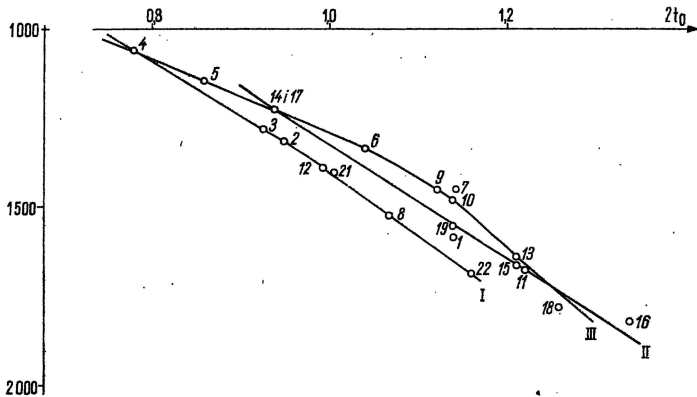


Fig. 2. Hodografy pionowe granicy Tp_2 (poziom odniesienia 0 m n.p.m.)

Vertical hodographs of boundary Tp_2 (reference level 0 m a.s.l.)

I — hodograf pionowy skonstruowany na podstawie danych z otworów: 3 — Kamień Pomorski 3, 2 — Kamień Pomorski IG 1, 12 — Jarszewo 1, 21 — Rekowo 2, 8 — Świerżno 1, 22 — Benice 1; II — hodograf pionowy skonstruowany na podstawie danych z otworów: 14 — Karcino 1, 17 — Grzybowo 1, 1 — Wrzosowo 1, 19 — Rokita IG 1, 15 — Karlino 1, 18 — Gościno IG 1, 16 — Ustronie Morskie IG 1; III — hodograf pionowy skonstruowany na podstawie danych z otworów: 4 — Dargobądz 1, 5 — Przytór 1, 6 — Miedzyszdroje 1, 7 — Swinoujście 1, 9 — Warnowo 1, 10 — Warnowo 3, 11 — Kołczewo 1, 13 — Zółwino 1

I — vertical hodograph constructed on the basis of data from boreholes: 3 — Kamień Pomorski 3, 2 — Kamień Pomorski IG 1, 12 — Jarszewo 1, 21 — Rekowo 2, 8 — Świerżno 1, 22 — Benice 1; II — vertical hodograph constructed on the basis of data from boreholes: 14 — Karcino 1, 17 — Grzybowo 1, 1 — Wrzosowo 1, 19 — Rokita IG 1, 15 — Karlino 1, 18 — Gościno IG 1, 16 — Ustronie Morskie IG 1; III — vertical hodograph constructed on the basis of data from boreholes: 4 — Dargobądz 1, 5 — Przytór 1, 6 — Miedzyszdroje 1, 7 — Swinoujście 1, 9 — Warnowo 1, 10 — Warnowo 3, 11 — Kołczewo 1, 13 — Zółwino 1

utworów cechsztynu. Prędkości warstwowe w obrębie środkowego i dolnego pstręgo piaskowca z dużą dokładnością uśredniono w 2 krzywe (fig. 3). Jedną, obejmującą jedynie pomiary w otworach Kamień Pomorski IG 1 i Kamień Pomorski 3, a więc dotyczącą tylko rejonu centralnej części antykliny Kamienia. Drugą, obejmującą cały pozostały obszar. Prędkości warstwowe określone na strukturze Kamienia są wyższe od stwierdzonych w obszarze otaczającym.

Analiza prędkości warstwowych w cechsztynie wykazała bardzo zbliżone do siebie prędkości warstwowe we wszystkich otworach, niezależnie od głębokości występowania tych utworów. Pomiedzy stropem cechsztynu a granicą sejsmiczną Z2 prędkość warstwowa wynosi 4600 m/s. Natomiast pomiedzy granicami Z2 i Z1 wynosi 5600 m/s (fig. 3).

Hodografy pionowe dla granicy Tp_2 oraz wykresy prędkości warstwowych posłużyły do głębokościowego przeliczenia kilku czasowych modeli sejsmicznych o ekstremalnych dla danego rejonu miąższościach cechsztynu młodszego i starszego oraz przybliżonych do realnych miąższościach mezozoiku (R. Dadlez, 1970, S. Młynarski, 1976). Przyjęto poziome ułożenie granicy Z1 w wersji czasowej w celu zobrazowania deformacji tej

granicy w wersji głębokościowej (fig. 4, 5, 6). Przedstawiono w formie graficznej wielkości deformacji głębokości granicy podsolnej (ΔH) w zależności od przyrostu miąższości cechsztynu wyrażonej w milisekundach oraz zmian miąższości i gradientu prędkości w nakładzie mezozoicznym.

W y n i k i: Stwierdzono, że lokalne deformacje granicy podsolnej mogą być spowodowane gwałtownym przyrostem miąższości wysokoprędkościowych utworów cechsztynu. Jednak w ogólności decyduje suma wpływów, a więc zmiany prędkości i głębokości zalegania nakładu cech-

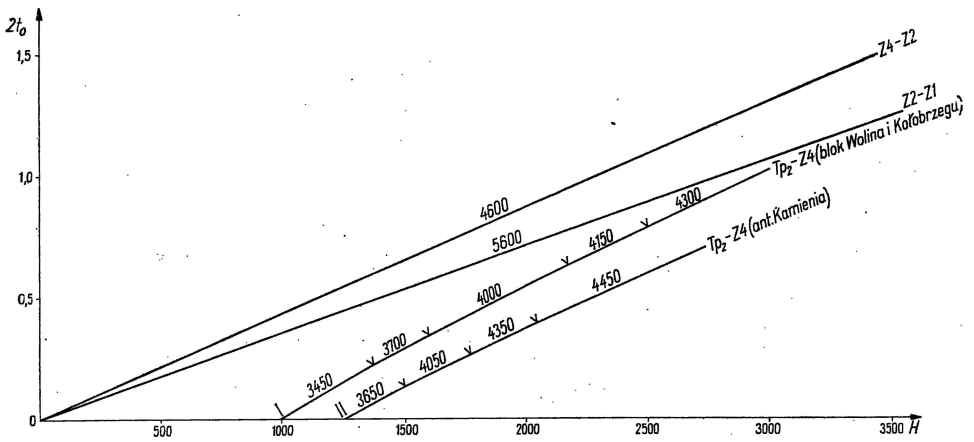


Fig. 3. Zestawienie prędkości warstwowych w cechsztynie Z4-Z2 i Z2-Z1 oraz w środkowym i dolnym piaskowcu pstrym Tp_2 -Z4

Summation of layer velocities from the Zechstein Z4-Z2 and Z2-Z1 and Middle and Lower Bundsandstein Tp_2 -Z4

I — krzywa uśredniona na podstawie danych z otworów: Wrzosowo 1, Dargobądz 1, Przytór 1, Międzyzdroje 1, Swinoujście 1, Swierzno 1, Warnowo 1, Warnowo 3, Kołczewo 1, Jarszewo 1, Zółwino 1, Karcino 1, Karłino 1, Ustronie Morskie IG 1, Grzybowo 1, Gościno IG 1, Rokita IG 1, Rekowo 2, Benice 1; II — krzywa uśredniona na podstawie danych z otworów: Kamień Pomorski IG 1, Kamień Pomorski 3, Barkowo 1

I — curve averaged on the basis of data from boreholes: Wrzosowo 1, Dargobądz 1, Przytór 1, Międzyzdroje 1, Swinoujście 1, Swierzno 1, Warnowo 1, Warnowo 3, Kołczewo 1, Jarszewo 1, Zółwino 1, Karcino 1, Ustronie Morskie IG 1, Grzybowo 1, Gościno IG 1, Rokita IG 1, Rekowo 2, Benice 1; II — curve averaged on the basis of data from boreholes: Kamień Pomorski IG 1, Kamień Pomorski 3 and Barkowo 1

sztynu, jak i miąższości samego cechsztynu. Jest oczywiste, że w rejonach, gdzie cechsztyln ustępuje miejsca niskoprędkościowym osadom pstręgo piaskowca, głębokości granicy podsolnej będą mniejsze niż tam, gdzie miąższości cechsztynu wzrastają, a dodatkowo jest zredukowany niskoprędkościowy nakład.

Przeliczone dla każdego z trzech wydzielonych rejonów prędkościowych modele, zawierające skrajne miąższości cechsztynu, ukazują maksymalne deformacje granicy podsolnej w stosunku do obrazu obserwowanego w materiałach czasowych. Krzywe zależności przyrostu głębokości granicy podsolnej w zależności od przyrostu miąższości cechsztynu, okre-

ślające efekt sumaryczny, uwzględniają wpływ całego nadkładu permomezozoicznego na przynosty głębokości granicy podsolnej. Oczywiście jest, że wielkości wynikające z wykresów są aktualne jedynie dla tych konkretnych modeli. Dla praktyki mają one znaczenie orientacyjne i dostarczają informacji z jakiego rzędu deformacjami granicy podsolnej należy się liczyć w poszczególnych obszarach prędkościowych. Ilościowe określenie deformacji wymaga każdorazowego obliczania głębokości w oparciu o ustalone hodografy pionowe i prędkości warstwowe.

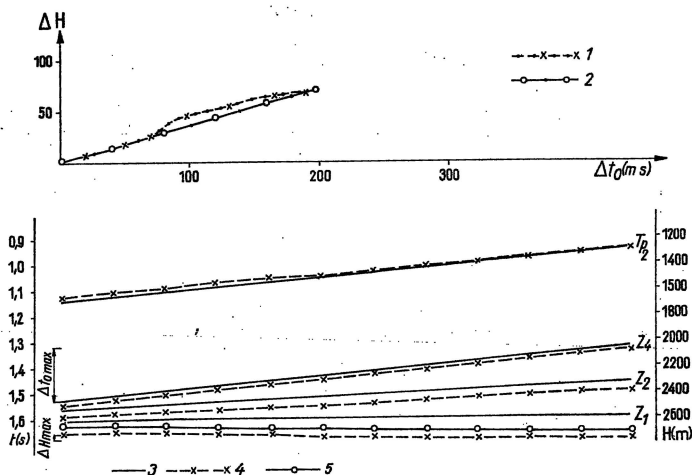


Fig. 4. Model deformacji granicy Z_1 przy ekstremalnych miąższościach cechsztynu — antyklina Kamienia (granica Tp_2 według krzywej I)

Model of deformations of the boundary Z_1 when the thickness of the Zechstein is extremal — the Kamień anticline (boundary Tp_2 according to the curve I)

1 — efekt sumaryczny; 2 — efekt cechsztynu; 3 — granice czasowe; 4 — granice głębokościowe; 5 — granica głębokościowa Z_1 z uwzględnieniem poziomego gradientu prędkości tylko w cechsztynie

1 — summative effect; 2 — effect of Zechstein; 3 — time boundaries; 4 — depth boundaries; 5 — depth boundary Z_1 drawn taking into account horizontal velocity gradient in the Zechstein only

Jak widać na załączonych wykresach zależności ΔH i Δt_0 (gdzie: ΔH — przyrost głębokości, Δt_0 przyrost miąższości cechsztynu mierzony w milisekundach) najmniejszych deformacji granicy Z_1 należy oczekiwać w obszarze antykliny Kamienia. Dla maksymalnych przyrostów miąższości cechsztynu (ok. 200 m/s) przyrost głębokości wynosi ok. 70 m, można też stwierdzić, że deformacje granicy podsolnej zachodzą na skutek wzrostu miąższości cechsztynu (krzywe określające efekt sumaryczny i efekt cechsztynu prawie pokrywają się). Średnie wartości przyrostu głębokości granicy Z_1 obserwuje się we wschodniej części badanego obszaru (fig. 5). Do przyrostu miąższości cechsztynu rzędu 85 m/s, czyli poniżej głębokości jego stropu 1,75 s, nie obserwuje się przyrostów głębokości.

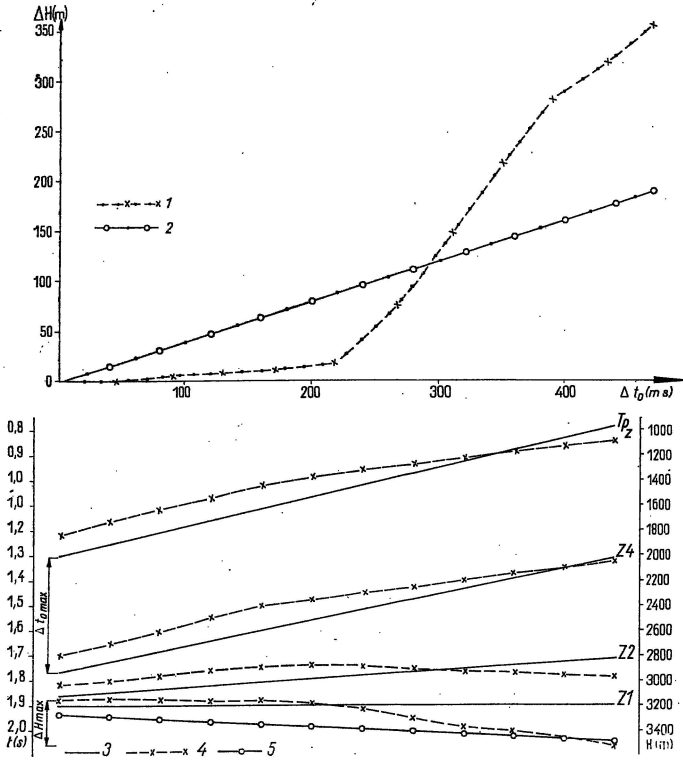


Fig. 5. Model deformacji granicy Z1 przy ekstremalnych miąższościach cechsztynu — blok Kołobrzegu i synkliny Trzebiatowa (granica Tp_2 według krzywej II)

Model of deformations of the boundary Z1 when the thickness of the Zechstein is extremal — the Kołobrzeg block and Trzebiatów syncline (boundary Tp_2 according to the curve II)

Objaśnienia jak na fig. 4

Explanations as given in Fig. 4

Natomiast wraz ze spłycceniem stropu cechsztynu następuje gwałtowny przyrost głębokości granicy Z1.

Podobny efekt obserwuje się w obrębie bloku Wolina. W przypadku występowania stropu cechsztynu poniżej 1,55 s przyrosty głębokości granicy Z1 są minimalne, natomiast powyżej tej granicy przyrosty gwałtownie wzrastają i osiągają 360 m. Dzieje się tak głównie dzięki wzrostowi prędkości średnich w nadkładzie cechsztynu w obszarach antyklinalnych, co jest widoczne z wzajemnego stosunku krzywej efektu sumarycznego i efektu cechsztynu (fig. 6).

*
* *

1. Stwierdzono możliwość istnienia faktycznych struktur w granicy podsólnej Z1, nie obserwowanych w materiałach refleksyjnych czasowych,

a wynikających ze zróżnicowania prędkości jej nadkładu, głównie ze zmiennej miąższości wysokopiędkościowych utworów cechsztynu. Wielkości deformacji są funkcją wielkości pionowych i poziomych zmian prędkości nadkładu, miąższości utworów cechsztynu oraz głębokości występowania jego stropu.

2. Obliczone na modelach deformacje granicy podsolnej Z1 odnoszą się tylko do wydzielonych obszarów prędkościowych. Strefy przejściowe wymagają interpretacji poszczególnych wartości prędkości między sobą.

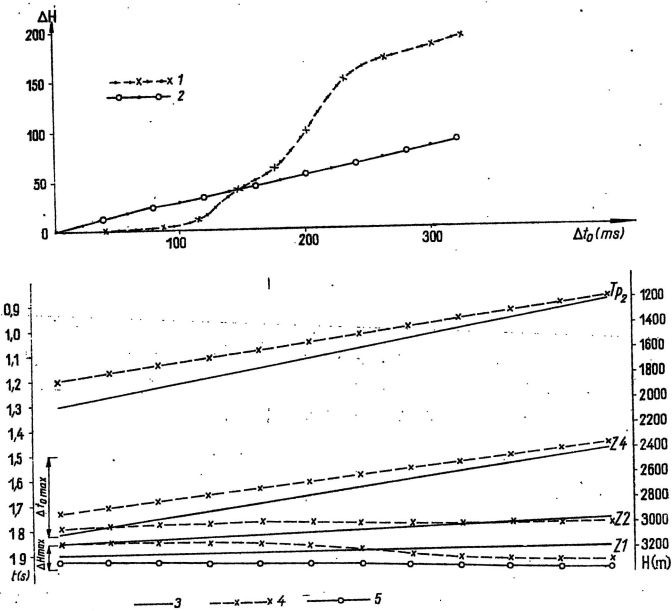


Fig. 6. Model deformacji granicy Z1 przy ekstremalnych miąższościach cechsztynu — blok Wolina (granice Tp_2 według krzywej III)

Model of deformations of the boundary Z1 when the thickness of the Zechstein in extremal — the Wolin block (boundary Tp_2 according to the curve III)

Objaśnienia jak na fig. 4

Explanations as given in Fig. 4

3. Analizowany rejon nie jest typowy w sensie występowania struktur międzypodszkowych. Zmiany miąższości cechsztynu i prędkości poziomych w nadkładzie są łagodne. Skrajne wartości deformacji granicy podsolnej zachodzą wzdłuż profili o znacznej długości. Deformacje dla struktur lokalnych zamykać się będą w granicach 30 m.

PIŚMIENNICTWO

- DADLEZ R. (1970) — W sprawie budowy geologicznej okolic Zalewu Szczecińskiego. Kwart. geol., 14, p. 303—312, nr 2. Warszawa.
- DADLEZ R., MŁYNARSKI S. (1967) — Wgłębna budowa geologiczna podłoża Bałtyku na wschód od ujścia Odry. Kwart. geol., 11, p. 488—501, nr 3. Warszawa.
- JANKOWSKI H. (1975) — Rozkład prędkości średnich w utworach permomezozoicznych NW Polski. Kwart. geol., 19, p. 701—712, nr 3. Warszawa.
- MŁYNARSKI S. (1976) — Budowa utworów cechsztyńskich na podstawie badań sejsmicznych na Pomorzu Zachodnim. Prz. geol., 24, p. 538—540, nr 9. Warszawa.
- ŻARUK J., WRÓBEL K. (1972) — Rozwiązanie zagadnienia prędkości w rejonie synklinorium szczecińskiego. Arch PGGN. Toruń.

Генрик ЯНКОВСКИ

**ВЛИЯНИЕ ГРАДИЕНТА СЕЙСМИЧЕСКИХ СКОРОСТЕЙ НА ФОРМУ
ПОДЦЕХШТЕЙНОВЫХ СТРУКТУР В СЗ ЧАСТИ ПЕРМСКОГО БАСЕЙНА
В ПОЛЬШЕ**

Резюме

В статье рассмотрен вопрос о структурах в подцехштейновом основании, являющихся результатом трансформации временных отражающих волн в глубинные. Анализировалась небольшая площадь на северо-западе пермского бассейна, где пробурено довольно много скважин, в которых определялись средние скорости. Установлены площадные вертикальные и горизонтальные изменения средних скоростей по вертикальным годографам, измеренных в глубоких скважинах. Применяя установленные величины скоростей, рассчитаны временные модели структур с экстремальной мощностью цехштейна, с залеганием стратиграфических серий на глубинах близких к действительным. Определена степень глубинной деформации по сравнению с картиной во временной версии подсолевой границы Z1 при определенных изменениях мощности цехштейна и глубины залегания перекрывающих пород.

Henryk JANKOWSKI

**THE INFLUENCE OF SEISMIC VELOCITY GRADIENTS ON THE FORM OF
STRUCTURES FROM THE ZECHSTEIN SUBSTRATUM IN NW PART OF
THE PERMIAN BASIN IN POLAND**

S u m m a r y

The paper deals with the problem of the Zechstein substratum structures resulting from transformation of time reflection materials into depth data. The analysis covered NW part of the Permian basin where boreholes with mean velocity measurements are relatively numerous. Territorial horizontal and vertical changes in mean velocities were established on basis of vertical hodographs measured in deep boreholes. Using the velocity values obtained there were computed time structural models with extremal thicknesses of the Zechstein and depths of occurrence of stratigraphic series close to the real ones. There were obtained values of deformations of depths in relation to the image in time version of subsalinary boundary Z1 at definite changes in thickness of the Zechstein and depth of occurrence of blanket deposits.