

УДК.550.834.5

## ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ ШВИДКОСТЕЙ ПРУЖНИХ ХВИЛЬ В РОЗРІЗІ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

**В.В.Гневуш**

Західно-Українська геофізична розвідувальна експедиція, 79040, м.Львів, вул.Данила Апостола,9А,  
E-mail:zugre@is.lviv.ua

*Установлены закономерности распределения скоростей упругих волн в разрезе и их взаимосвязь с геологическим строением региона. Сделано вывод, что скорость упругих волн и ее изменение для осадочных пород Передкарпатского прогиба зависит от литологического типа пород и степени их уплотнения. Даны рекомендации на проведение сейсмокаротажных работ как в направлении детализации поля скоростей на отдельных площадях и структурах, так и в направлении их расширения на новые территории.*

*In article attempt of an establishment of laws of distribution of speeds of elastic waves in section and establishments of their interrelation with a geological structure of region is made. It is made a result that value of speeds of elastic waves and its changes for sedimentary rocks of Before Carpathians deflection are depends from litological type of rocks and on degree of their condensation which it is caused by actions of condensing factors ( pressure of rocks which lie above, dynamic loading, metamorphological changes). It is given to recommendation on use of works on seismic research of chinks, as in a direction of detailed elaboration of a field of speeds on the separate areas and structures, and in direction of their expansion on new territories.*

В Передкарпатському прогині досягнуто значних успіхів при пошуках і розвідці нафтогазових структур за допомогою сейморозвідки. Розвідувальні можливості сейсмічного методу розвідки визначаються не тільки станом теорії методу і вдосконаленістю апаратури, але і знанням фізико-геологічних умов регіону. Важливим елементом цих умов є пружні властивості гірських порід. Проте сейсмічні дослідження на значній частині території прогину пов'язані з певними труднощами, викликаними несприятливими сейсмогеологічними умовами і частково зі складним характером зміни пружних властивостей порід в розрізі.

Складний характер зміни пружних властивостей порід зумовив труднощі у виборі параметрів при інтерпретації сейсмічних даних і в сейсмогеологічному районуванні території прогину. Як відомо, точність інтерпретації сейсмічних даних залежить від знання швидкості поширення пружних хвиль в розрізі. Тому встановлення закономірностей розподілу швидкостей пружних хвиль в розрізі і виявлення їх взаємозв'язку з геологічною будовою регіону викликає практичний інтерес з точки зору вибору параметрів при інтерпретації.

Узагальнення всіх матеріалів сейсмокаротажу, використання даних раніше проведених польових досліджень швидкостей, а також даних про густини і пористість порід дали підстави більш обґрунтовано підійти до аналізу просторової зміни швидкостей і вивчення геологічної будови цих змін.

Безперечно, що зміни швидкості пружних хвиль з глибиною і по площі підпорядковуються певним законам, які тісно пов'язані з умовами залягання порід (глибиною занурення місцеположення на структурі, розміщення в структурному ярусі чи тектонічній зоні і т.д.). На ос-

нові аналізу особливостей геотектонічної історії розвитку регіону і закономірностей розподілу швидкостей формуються основні фізико-геологічні фактори, які визначають величину і характер зміни швидкостей пружних хвиль в розрізі Передкарпатського прогину.[1,2]

Для всіх відкладів прогину спостерігається більш чи менш чітке збільшення швидкості пружних хвиль з глибиною. З збільшенням глибини залягання відкладів і їх віку, ущільнення зростає і роль статичного навантаження стає менш помітною. На глибині пружні властивості порід "вирівнюються", тобто швидкості стають більш стабільними і прямують до своїх граничних величин – близьких до відкладів, подібних за літологією та умовами утворення ( $V_{гр}$  для молас 3700 м/с- 4000 м/с, для флішу – 4200 м/с) (рис.1).

У Бориславсько-Покутській зоні прогину зміни швидкостей по площі більш значні, що пов'язано з більш різкою фаціальною мінливістю відкладів і особливо з їх структурним положенням. Тут диференціація відкладів різного віку за швидкостями поширення пружних хвиль в них недостатня, але в той же час спостерігається різка локальна зміна пружних властивостей порід, яка пов'язана з інтенсивною перем'ятістю і роздрібненістю пластів, включеннями соленосних пластів і конгломератів, внаслідок чого в розрізі відсутні характерні і протяжні сейсмічні межі.

Характерно, якщо в північно-східній частині прогину певні значення пластових швидкостей пов'язані з зонами розповсюдження відповідних відкладів, то в південно-західній частині значення  $V_n$  приурочені до деяких тектонічних зон.

Аналіз зміни пластових швидкостей в Передкарпатському прогині засвідчив, що ста-

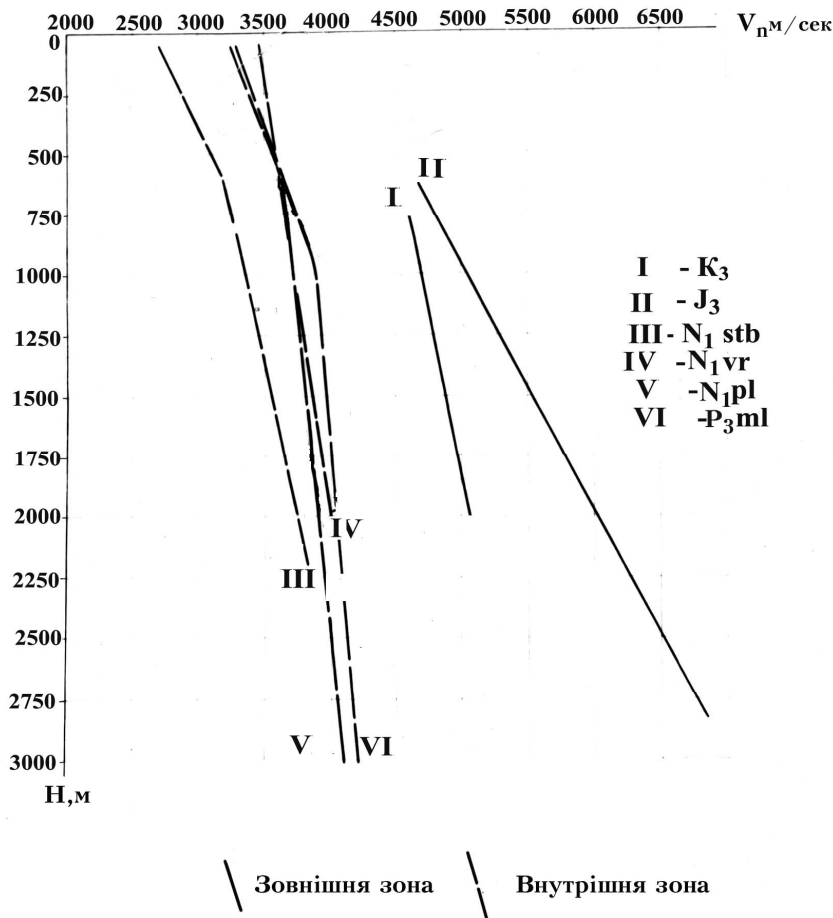


Рисунок 1 - Зведений графік залежностей пластових швидкостей для відкладів Передкарпатського прогину

тичне навантаження має домінуючий вплив в молодих теригенних, пористих, слабодислокованих, неметаморфізованих відкладах [5,6], тобто переважно, в Більче–Волицькій зоні прогину.

Для більш древніх карбонатних відкладів мезозою характерні високі значення швидкостей і їх значні коливання по площі, що пояснюється значною метаморфізацією цих порід, більшою різкістю швидкісних границь і відчутним впливом на пружні властивості карбонатних порід їх мінерального складу [3]. Основними в формуванні швидкісного розрізу в древніх ущільнених відкладах стають фактори літології та віку.

В розрізі Більче–Волицької зони прогину пластова швидкість сарматських і верхнетортонських відкладів змінюється в межах 2200-3600 м/с, в нижньому тортоні досягає 4000м/сек., а в крейдяних і юрських коливається від 4500 до 6000 м/с.

Аналізуючи характер зміни середньої швидкості, спостерігаємо її мінімальні значення в північно-західній частині Більче-Волицької зони – Крукеницькій западині, що пов'язано з великою потужністю низькошвидкісних порід сармату і верхнього тортону. Вздовж усієї зони простягається регіональний

мінімум швидкості з деяким її збільшенням на південний схід. Найбільші значення простежені на південний захід від Івано-Франківська, що викликано наближенням до поверхні високошвидкісних мезозойських відкладів. Далі на південний схід знову спостерігається зона понижених значень середньої швидкості в районі Косова. В цій смузі розміщені всі відомі газові родовища Більче–Волицької зони. Загалом вздовж Більче–Волицької зони спостерігається збільшення середньої швидкості в напрямку до Бориславсько-Покутської зони (рис.2.) При наближенні до смуги зчленування цих зон збільшується горизонтальний градієнт середньої швидкості, зміна якої в смузі зчленування значною мірою залежить від конфігурації лінії Стебницького насуву, потужності насунутого покриву і літологічних особливостей покриваючих і підстилаючих порід.

Швидкісний розріз відкладів Бориславсько-Покутської зони прогину і прилеглої Скибової зони Карпат слабо диференційований за пластовими швидкостями через одноманітність вміщених порід. В стебницьких відкладах швидкість змінюється від 3000 до 3600 м/с. В воротищенських відкладах швидкість зростає від 3400 до 4200 м/с і вище (при засоленості порід). В поляницьких, менілітових і еоцен-

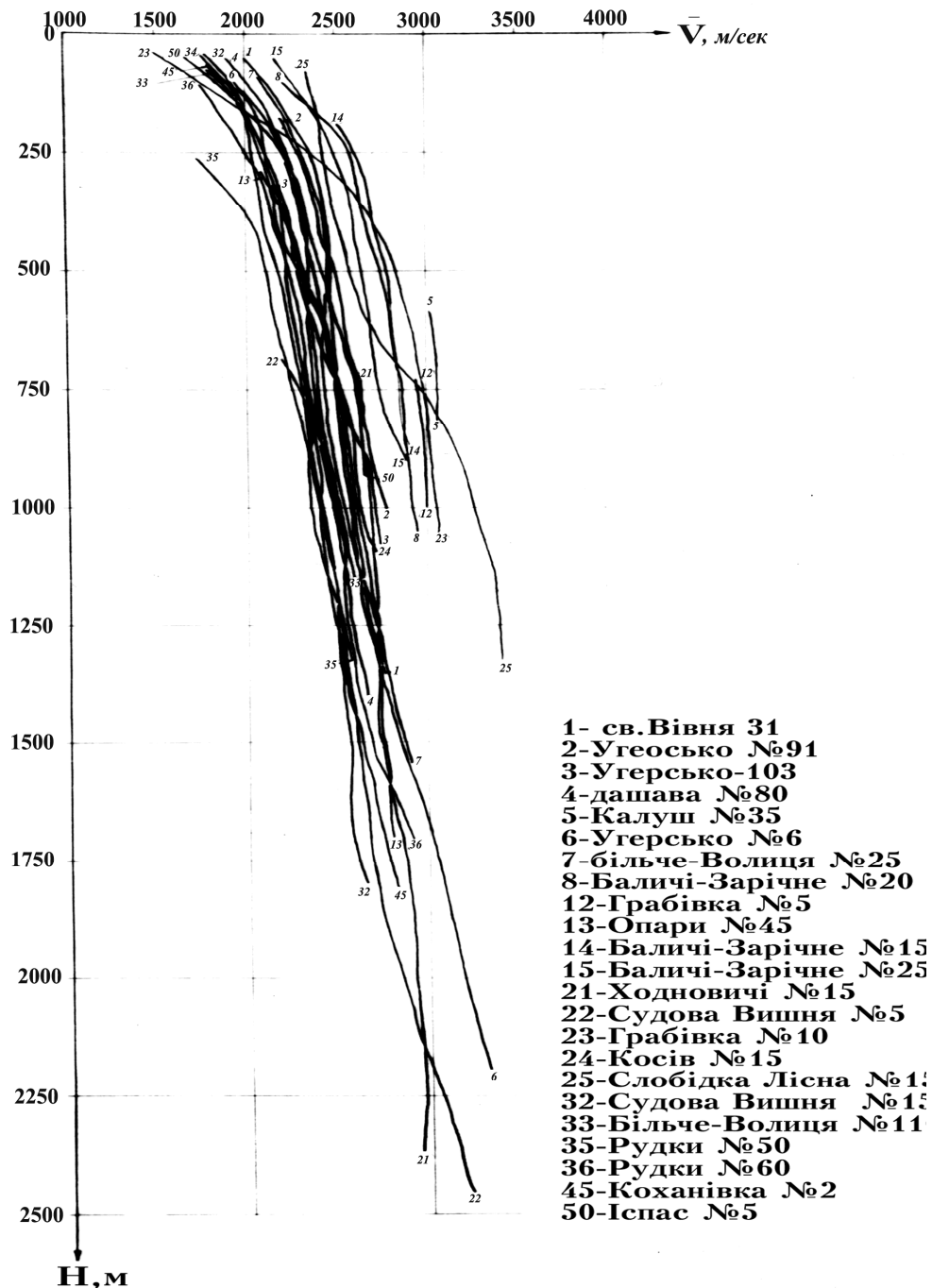


Рисунок 2 - Зведений графік кривих середньої швидкості для Більче- Волицької зони Передкарпатського прогину

палеоценових відкладах пластові швидкості різняться мало і в середньому коливаються в інтервалі 3000-4500 м/с, в крейдових - в інтервалі 4000-5000 м/с. Максимальні зміни пластових швидкостей спостерігаються до глибини 1000м (рис.3).

Криві середньої швидкості у Бориславсько-Покутській зоні характеризуються значною змінністю, зумовленою складними умовами залягання пластів, їх порушеністю, фаціальною невитриманістю порід і т. д. На фоні загального

збільшення швидкостей в південно-західному напрямку виділяються :

а) зона поширення на поверхні стебницьких відкладів, яка відповідає мінімуму середньої швидкості;

б) зона поширення на поверхні воротищенських відкладів, яка поділяється на область їх погруженого залягання (максимум середньої швидкості) і область глибинних складок (мінімум середньої швидкості);

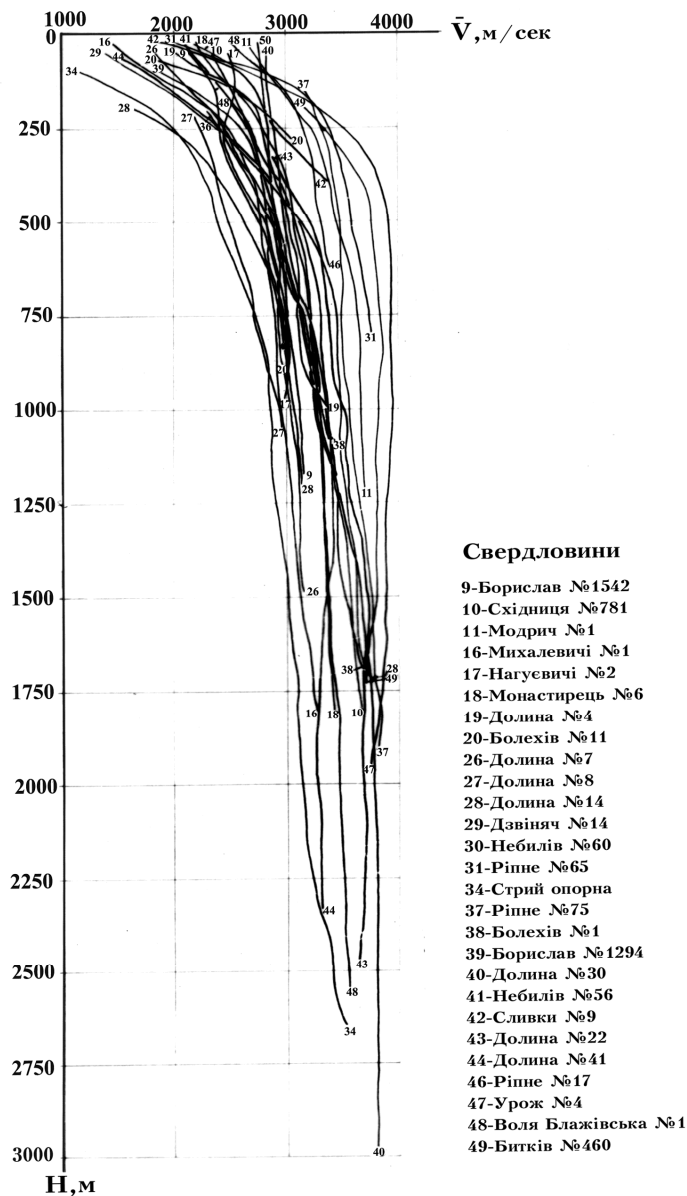


Рисунок 3 - Зведений графік кривих середньої швидкості для Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину

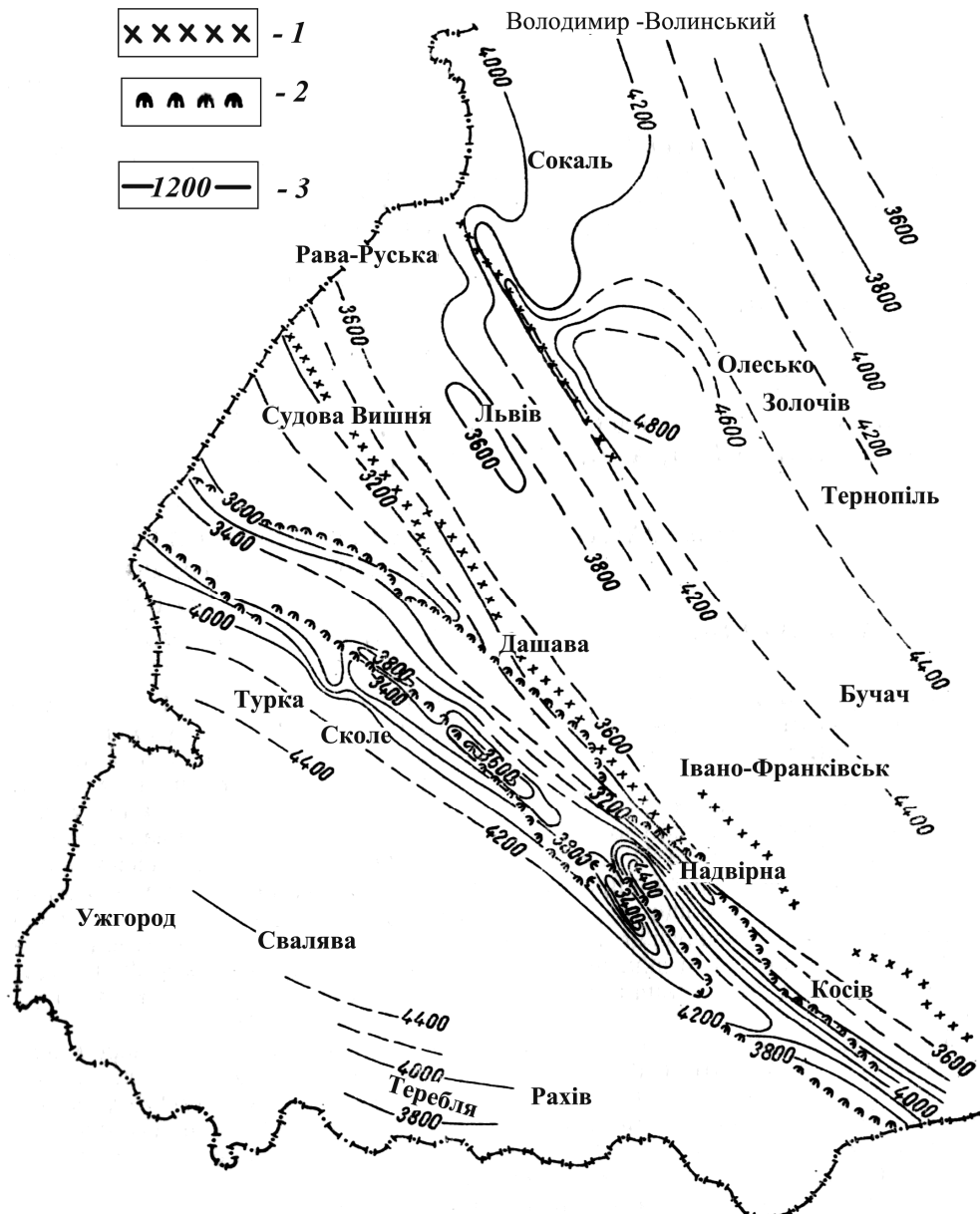
в) зона Берегового насуву Карпат, яка відповідає плавному збільшенню середньої швидкості в бік гірської системи [2].

Зона першого мінімуму в тектонічному відношенні належить до смуги збільшення потужності стебницьких відкладів. Вона є перехідною між Бориславсько-Покутською і Більче-Волицькою зонами прогину, і поширення швидкостей в ній значною мірою визначається особливостями Стебницького насуву.

Вздовж осевої частини прогину по лінії зчленування Стебницького синклінорію і Бориславсько-Покутської антиклінорію чітко виділяється смуга підвищених значень середньої швидкості. На окремих ділянках (Модрич - Улично, Ольхівка, Назавизів - Старуня, Слобода Рунгурська) в ній спостерігаються локальні максимуми, які пов'язані, ймовірно, з підвище-

ною засоленістю воротищенських відкладів і включеннями щільних слобідських конгломератів. На збільшення швидкості можуть впливати і великі кути падіння, оскільки зміни часто відбуваються в напрямках, близьких до напластування порід. В цій зоні спостерігаються найбільші горизонтальні градієнти швидкості (до 200 м/сек/км), а вертикальні градієнти змінюються в широких межах.

На південний захід простягається друга зона понижених середніх швидкостей, яка відповідає центральній частині Бориславсько-Покутського антиклінорію. Локальні максимуми швидкості відповідають припіднятим нафтогазоносним складкам, складеним в склепіннях порушеними породами палеогену і верхньої крейди, які характеризуються невеликою потужністю воротищенських відкладів в склепінні.



1 - зони розломів; 2 – лінії насувів; 3 – ізолінії середньої швидкості  
 Рисунок 4 - Схема змін середньої швидкості до глибини 2000 м в Карпатському регіоні і на Волино-Подільській окраїні Руської платформи

В середині ізоліній  $V = 3200-3400$  м/с в цій зоні розміщені Бориславське, Орів-Уличнянське, Долинське, Вільхівське, Битківське і Космачське нафтові родовища, для яких характерні нафтогазонасні горизонти на невеликих глибинах. Понижені значення швидкостей в цій зоні можна пояснити наближенням до поверхні відкладів олігоцену, наявністю покладів вуглеводнів, підвищеною пористістю і тріщинуватістю порід в склепіннях складок.

Ще далі на південний захід простягається друга смуга підвищених значень середньої швидкості, яка відповідає переходу до гірської області і характеризується різким збільшенням потужності високошвидкісного крейдового флішу. Високий ступінь ущільнення по-

рід відзначається низькими значеннями вертикального градієнта швидкості (рис.4)

На схемах середньої швидкості спостерігаються поперечні смуги – перетиски, які ймовірно відповідають крупним поперечним розломам. Розподіл вертикальних градієнтів в інтервалі 1000-1500 м відображає зони високого (мінімуми) і слабого (максимуми) ущільнення порід. На великих глибинах швидкість різко зменшується, що підтверджує думку про переважання ущільнення молодих теригених порід регіону до глибини 1500м [2]. Відомо також, що в глинистих породах вертикальний градієнт швидкості вищий, ніж в пісковикових. Таким чином, можна стверджувати, що області максимальних градієнтів швидкості зумовлені переважанням в розрізі глинистих порід.

По Складчастих Карпатах даних про швидкості майже немає. Однак загальна тенденція зростання швидкості до південного заходу зберігається (так, в зоні Кросно по свердловині Ломна-2 середня швидкість на глибині 2000 м становить 4300 м/с).

Аналізуючи отриманий матеріал було встановлено:

1. Загалом величина швидкості пружних хвиль і її зміни для осадових порід Передкарпатського прогину залежить від літологічного типу порід і ступеня їх ущільнення, зумовленого діями різних ущільнюючих факторів ( тиск вищележачих порід, динамічне навантаження, метаморфізм);

2. Кожний з вказаних факторів ущільнення може бути домінуючим у формуванні швидкісного розрізу залежно від конкретних умов ( піщано-глинисті третинні відклади Більче-Волицької зони, комплекс відкладів Бориславсько-Покутської зони, мезозойські відклади основи Більче-Волицької зони );

3. Гірські породи прогину достатньо сильно ущільнені і, як правило, перебувають в стані незворотньої (пластичної і розривної) деформації, тобто пружні властивості порід якби „несуть” на собі відбитки відчутих на протязі геологічного часу навантажень.

В заключенні відзначимо, що наведені дані дали змогу уточнити і доповнити уяву про просторовий розподіл швидкостей в регіоні. Цьому послужило збільшення обсягу сейсмокаротажу по регіону більш ніж в 3 рази, в зв'язку з чим розширились райони досліджень і підвищилась детальність вивченості старих площ; збільшення глибини сейсмокаротажу до 3500-4000 метрів, підвищення детальності вивчення швидкісного розрізу на основі застосування багатоприладних зондів і проведення вертикального сейсмічного профілювання; уточнення глибинної будови досліджуваної території.

Однак виконаного обсягу свердловинних досліджень в багатьох випадках ще не достатньо для обгрунтованого вибору параметрів при побудові детальних швидкісних моделей середовища.


У зв'язку зі збільшенням глибини сейсмічних досліджень та відсутність даних про пружні властивості гірських порід на великих глибинах необхідно проводити сейсмокаротаж у всіх глибоких та надглибоких свердловинних. Слабо вивчені променеві швидкості, знання яких особливо є важливим в умовах складно-дислокованого залягання порід. Таким чином, необхідним є продовження сейсмокаротажних робіт як в напрямку деталізації поля швидкостей на окремих площах та структурах, так і в напрямку їх поширення на нові території.

### Література

1. Петкевич Г.І. Деякі результати сейсмокаротажних досліджень в Передкарпатському прогині //Геологічний журнал. Т. XIX. - 1959. - №3 .
2. Петкевич Г.И. Факторы определяющие скорости упругих волн в геологическом разрезе. - Киев: Изд-во АН УССР, 1963.
3. Сологуб В.Б. Физические свойства горных пород юго-западного и южного районов Европейской части УССР. - Киев: изд-во АН УССР, 1958.
4. Петкевич Г. І. О скоростной характеристике карбонатных отложений мезозоя Предкарпатья // Вопросы разведочной геофизики: Наукові записки. Львів: - ЛПІ, -1960.
5. Петкевич Г. І. Сейсмокаротажні дослідження в Передкарпатському прогині. - Київ: в-во АН, 1960.
6. Петкевич Г. І. Деякі результати сейсмокаротажних досліджень у Передкарпатському прогині // Геологічний журнал АН УРСР. - 1959. - № 3.
7. Петкевич Г. И. К оценке влияния глубинных факторов на скорость упругих волн в горных породах //Вопросы разведочной геофизики: Наукові записки. - Львів: ЛПІ. - 1960.

МИ ЧЕКАЄМО НА ВАС !

# МІСЦЕ ВАШОЇ РЕКЛАМИ



З питань виготовлення і розміщення реклами звертатися:  
м. Івано-Франківськ, 76019, вул. Карпатська 15, ІФНТУНГ,  
Редакція журналу "Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ", тел.: (03422) 42002, тел./факс: (03422) 42139,  
ел. пошта: rozvidka@ifdtung.if.ua