

ЗМІНИ ПРУЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГІРСЬКИХ ПОРІД ВІД МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ, ВИСОКОГО ТИСКУ І ТЕМПЕРАТУРИ

Досліджено вплив мінерального складу, структурно-текстурних особливостей на пружні властивості порід Українського щита при дії на них різного тиску і температур. Отримані статистично обґрунтовані кореляційні залежності швидкості розповсюдження повздовжніх і поперечних хвиль від мінерального складу на різних глибинах.

Ключові слова: мінеральний склад; швидкості розповсюдження повздовжніх і поперечних хвиль; високий тиск і температура.

За атмосферних умов і кімнатній температурі, при гідростатичному тиску до 5000 кГ/см², а також в умовах одночасної дії на зразки порід високого тиску і температури, що змінюються за програмами, які відповідають глибині від денної поверхні до 25–30 км, було вивчено більше 100 зразків [Карнаухова, 2003, 2010; Корчин и др., 2009].

Статистичною обробкою результатів експерименту було встановлено, що для всіх груп порід різного мінерального складу існуюча диференціація за швидкостями розповсюдження в них пружних хвиль повздовжньої (V_p) і поперечної (V_s) поляризації за атмосферних умов і кімнатної температури також зберігається і в умовах високого гідростатичного тиску, і при дії високого тиску і температур. Швидкості пружних хвиль зростають від кислих до основних різновидів.

Досліджуючи парні кореляційні залежності $V_{p,s}$ від вмісту головних породоутворюючих мінералів в породах, при дії на них різних термобаричних режимів дослідів було встановлено, що із збільшенням вмісту кварцу в породах пружні швидкості падають, із збільшенням вмісту плагіоклазу – зростають, збільшення вмісту біотиту зменшує значення пружних швидкостей. Із збільшенням вмісту піроксену і амфіболу зростають і швидкості пружних хвиль.

Аналіз множинних кореляційних залежностей швидкостей пружних хвиль в різних РТ умовах експерименту виявив, що основними мінералами, які визначають пружний стан кислих порід і їх зміни при термобаричному навантаженні, є кварц, плагіоклаз і біотит. Із збільшенням основності порід визначальну роль в залежностях пружних швидкостей від зовнішніх навантажень починає відігравати вміст темноколірних мінералів – амфіболу і піроксену. Калієвий польовий шпат у меншій мірі впливає на значення пружних швидкостей.

Закономірності зміни V_p і V_s в умовах високого гідростатичного тиску для вивчених порід приблизно однакові (табл.1). В інтервалі тиску від атмосферного до 1-2 кбар спостерігається інтенсивне збільшення швидкостей.

Таблиця 1

Середні значення збільшення швидкостей V_p , V_s при дії на породи високого гідростатичного тиску в 1 і 5 кбар

Назва породи	V_p , км/с		V_s , км/с	
	0-1 кбар	0-5 кбар	0-1 кбар	0-5 кбар
Граніти рівномірнозернисті	0,32	0,53	0,12	0,23
Граніти порфіровидні	0,37	0,54	0,13	0,25
Граніти рапаківі	0,44	0,59	0,18	0,26
Плагіограніти	0,38	0,63	0,18	0,36
Граніти грахітоїдні	0,24	0,38	0,13	0,22
Діорити, гранодіорити	0,43	0,64	0,17	0,25
Лабрадорити	0,22	0,33	0,10	0,19
Габро, габро-норити	0,20	0,42	0,04	0,07
Піроксеніти	0,51	0,64	0,16	0,3
Чарнокітоїди	0,20	0,32	0,11	0,14
Гнейси біотитові	0,15	0,37	0,08	0,21
Гнейси піроксен-амфіболові	0,18	0,33	0,09	0,15

Далі, градієнт зміни швидкості від тиску в інтервалі від 2 до 5 кбар зменшується в 2-3 рази. Встановлено, що зміна $\partial V_{p,s}/\partial P=f(P)$ пов'язана з мінеральним складом порід і різниться для окремих груп магматичних порід. Причому, у відповідному інтервалі тиску ці залежності не однакові, що свідчить про різний механізм зміни $V_{p,s}=f(P)$. Чим більше мінеральних компонент в породі, тим вище $\partial V_{p,s}/\partial P=f(P)$. Мономінеральні породи мають мінімальні значення $\partial V_{p,s}/\partial P=f(P)$. Більш грубозернисті породи мають більш високі градієнти зміни пружних швидкостей. Найбільші градієнти властиві породам з підвищеним вмістом плагіоклазу (45 % і вище), калієвого польового шпату (30 % і вище), і невеликим вмістом кварцу (до 30 %). Збільшення кількості кварцу в породі призводить до зниження градієнтів V_p і V_s .

При вивченні порід при високому тиску і температурах, які змінюються за заданими програмами, встановлені складні залежності $V_{p,s}=f(PT)=f(H)$ (рис. 1).

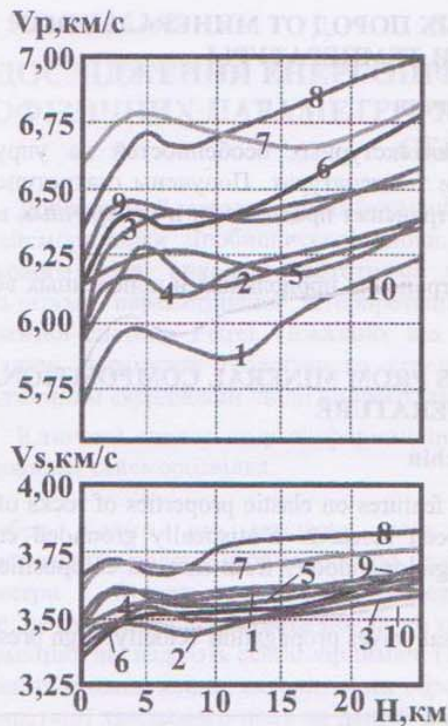


Рис. 1. Зміна з глибиною середніх значень швидкостей V_P і V_S ($V_{P,S}=f(PT)=f(H)$) для різних груп порід УЩ:

- 1 - граніти рівномірнотзернисті; 2 - граніти порфіровидні; 3 - граніти рапаківі; 4 - плагіограніти; 5 - граніти трахітоїдні; 6 - діорити, гранодіорити; 7 - основні породи; 8 - піроксеніти; 9 - чарнокітоїди; 10 - гнейси

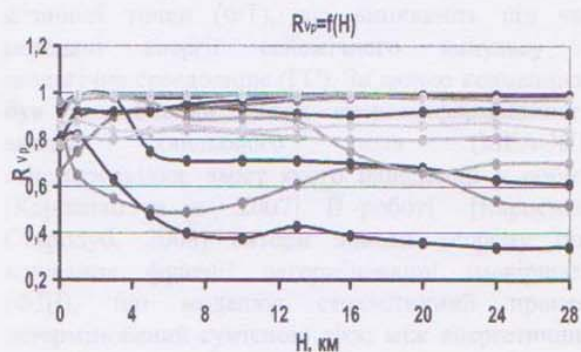


Рис. 2. Графіки зміни коефіцієнтів множинної кореляції V_P з глибиною для досліджуваних порід УЩ

В інтервалі тиску і температур, які характерні для глибин від денної поверхні до 3-5 км ($P < 1,5$ кбар, $T < 100^\circ\text{C}$) породи поведуться аналогічно спостереженням при гідростатиці. При подальшому збільшенні тиску і температури при певному їх співвідношенні, на залежностях $V_{P,S}=f(PT)=f(H)$ виявлені зони низьких швидкостей (ЗНШ) або зони інверсії [Корчин, 2010; Корчин і ін., 2009]. При подальшому збільшенні тиску і температури, які відповідають глибинам

більше 15 км знов відбувається ущільнення породи.

Для досліджуваної колекції порід УЩ були визначені коефіцієнти множинної кореляції (R) всіх можливих поєднань головних породоутворюючих мінералів за групами. В результаті було встановлено, що для всіх груп характерна тенденція до зниження залежностей пружних параметрів від процентного вмісту головних породоутворюючих мінералів з глибиною (рис. 2). На першій ділянці приросту пружних швидкостей значення множинних коефіцієнтів кореляції зростають. У зонах інверсії, відповідних глибинам 3-16 км, значення множинних коефіцієнтів кореляції падають, а услід за зоною зменшення пружних швидкостей знов зростають, проте залишаються меншими, ніж на першій ділянці малих глибин.

Тобто, можна зробити висновок, що такі залежності свідчать про те, що з глибиною диференціація порід за пружними параметрами слабшає (в межах земної кори). У зонах низьких швидкостей вплив мінерального складу на пружні параметри порід виявляється невисоким і значно меншим, ніж структурні перетворення порід, які, у свою чергу пов'язані з фізичними характеристиками породоутворюючих мінералів. Глибше за зоною низьких швидкостей розділення порід за мінеральним складом і значеннями швидкостей пружних хвиль знижується.

Література

- Карнаухова Е.Е. Влияние минерального состава гранитоидов УЩ на изменение их упругих параметров в различных термобарических условиях литосферы (по экспериментальным данным) / Е.Е. Карнаухова, В.А. Корчин // Сучасні проблеми геологічної науки: зб. наук. пр. Ін-ту геол. наук НАН України. – К., 2003. – С. 22-24.
- Карнаухова Е.Е. Влияние основных породообразующих минералов пород Украинского щита на их упругие характеристики при различных PT -параметрах / Е.Е. Карнаухова // XI Уральская молодежная научная школа по геофизике: сборник докладов. – Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2010. – С. 112-114.
- Корчин В.О. Корові термобаричні перетворення мінеральної речовини і пов'язане з ними сейсмічне вертикальне розшарування літосфери // Геодинаміка. – 2010. – №1(9). – С. 50-56.
- Корчин В.А., Буртний П.А., Карнаухова Е.Е. Прогнозирование геологической среды земной коры по материалам ГСЗ и петрофизического термобарического исследования минерального вещества // Геодинаміка. – 2009. – №1(8). – С. 67-75

ИЗМЕНЕНИЕ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРНЫХ ПОРОД ОТ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА, ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Е.Е.Карнаухова, В.А.Корчин

Исследовано влияние минерального состава, структурно-текстурных особенностей на упругие свойства пород Украинского щита при различном давлении и температурах. Получены статистически обоснованные корреляционные зависимости скорости распространения продольных и поперечных волн от минерального состава на разных глубинах.

Ключевые слова: минеральный состав; скорости распространения продольных и поперечных волн; высокие давление и температура.

CHANGE OF ELASTIC CHARACTERISTICS OF ROCKS FROM MINERAL COMPOSITION, HIGH-PRESSURE AND TEMPERATURE

E.Karnaukhova, V.Korchin

The influence of mineral composition and structure-texture features on elastic properties of rocks of the Ukrainian Shield at different pressure and temperatures has been research. Statistically grounded cross-correlation dependences longitudinal and transversal waves propagation velocity from mineral composition at different depths were obtained.

Key words: mineral composition; longitudinal and transversal waves propagation velocity; high pressure and temperature.

Інститут геофізики ім.С.І.Субботіна НАН України, м. Київ