

В І Д З И В

офіційного опонента на дисертаційну роботу
**ВИЖВИ АНДРІЯ СЕРГІЙОВИЧА “ІНВАРІАНТНО-ПОЛЯРИЗАЦІЙНИЙ
МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПРУЖНИХ ПОСТІЙНИХ ТА СИМЕТРІЇ
ГІРСЬКИХ ПОРІД ЗА ДАНИМИ ВСП”**,
що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-
математичних наук за спеціальністю
04.00.22 – геофізика.

Перспективи приросту розвіданих запасів нафти і газу на території основних нафто-газоносних провінцій України у своїй більшості пов'язані зі складно побудованими колекторами осадового покриву і поверхнею кристалічного фундаменту. На сьогодні до них відносяться карбонатні та теригенні породи з низько-пористою матрицею і наявністю вторинних пустот у вигляді мікротріщин та каверн, породи кори вивітрювання та поверхні кристалічного фундаменту, тонкошаруваті пласти з чергуванням глинистих і чистих шарів, породи з підвищеною дисперсною глинистістю матриці, породи з підвищеною природною радіоактивністю та ряд інших.

Останні десятиліття характерні також стрімким нарощуванням видобутку газу і нафти із сланцевих товщ, ущільнених і глибокозалягаючих порід із використанням технології гідророзриву. В зв'язку з цим актуальними є дослідження пружної симетрії та анізотропії глинистих мінералів, які складають основу екранів для родовищ вуглеводнів, а в деяких випадках можуть виступати і колекторами.

Науковий напрямок, пов'язаний із розвитком прикладної сейсмічної анізотропії, в останні роки викликає помітний інтерес геофізиків як в Україні, так і в цілому в світі. У той час як загальна теоретична основа для дослідження процесів поширення хвиль в анізотропному середовищі була розроблена раніше, багатопараметричний характер анізотропних моделей ще й досі не сприяє їх широкому застосуванню в сейсморозвідці та моніторингу покладів вуглеводнів. Тим не менш, роль анізотропії помітно збільшилася за останні два десятиліття завдяки прогресу в галузі ідентифікації геофізичних параметрів, застосуванню нових геоінформаційних технологій, можливості отримання високоякісних багатоконпонентних даних.

Достовірні сейсмогеологічні побудови неможливі без врахування анізотропії, а існуючі моделі з використанням обмеженого числа параметрів не завжди відповідають симетрії реального геологічного середовища. Тому актуальність даної роботи не викликає сумнівів. Це зокрема підтверджує і той факт, що вона виконувалась в рамках планів науково-дослідних робіт ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, який займає передові позиції в дослідженні акустичної та пружної анізотропії осадо-

вих порід та математичному моделюванні ефективних геофізичних параметрів складнопобудованих порід-колекторів нафти і газу.

Наукова новизна досліджень та одержаних результатів дисертаційної роботи А.С.Вижви полягає в розвиненні наявних підходів до визначення пружних постійних і симетрії складнопобудованого геологічного середовища за даними ВСП та сейсморозвідки, розробці ефективного алгоритму введення негіперболоїдних поправок в поверхневі годографи відбитих хвиль, аналізі ефектів і похибок, пов'язаних із спрощеним представленням симетрії як окремих мінералів, так і осадових товщ.

Найбільш важливими здобутками дисертаційної роботи Вижви А.С. є наступні результати:

1. Проведено дослідження параметрів анізотропії пружних хвиль основних породоутворюючих глинистих мінералів в поперечно-ізотропному (ТІ) наближенні.
2. За даними ВСП визначена симетрія та повний набір компонент тензорної матриці пружних сталих осадових порід.
3. В природному заляганні за даними польових сейсмічних спостережень встановлені параметри азимутальної анізотропії динамічних модулів пружності осадових товщ різного літологічного складу.
4. Розроблено та апробовано алгоритм і програму чисельних розрахунків ізохрон поверхневого годографа для шаруватого середовища триклінної симетрії та розраховані кінематичної поправки за негіперболоїдність поверхневого годографа відбитої хвилі.

Аналіз матеріалів, наведених в дисертаційній роботі, дозволяє стверджувати про обґрунтованість наукових положень, що винесені на захист – в основі модельних побудов лежать сучасні уявлення про структуру осадових гірських порід-колекторів та зв'язок симетрії їх пружних параметрів із особливостями кристалохімічної будови окремих мінералів, гірських порід та цілих товщ і породних комплексів. Автором використовуються методи геомеханіки неоднорідних середовищ та сучасні алгоритми для вирішення прямих задач, ефективні методи оптимізації при аналізі обернених задач. Наведені моделі підкріплені необхідними експериментальними результатами.

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел. В основу дисертації покладено опубліковані автором 10 публікацій (в т.ч. 5 статей, 4 матеріали міжнародних конференцій, 1 заявка на винахід). Результати роботи повністю висвітлені в наукових фахових виданнях та в доповідях, що зроблені на міжнародних конференціях, нарадах, семінарах. Основні результати отримані автором особисто, в публікаціях із співавторами чітко виділено особистий внесок дисертанта, який є достатньо вагомим.

Щодо структури та змісту роботи можна зазначити наступне.

У **Вступі** до дисертації висвітлено стан наукової проблеми і актуальність теми дисертації, сформульовано мету роботи та основні завдання досліджень, відображено наукову новизну і практичне значення роботи та отриманих результатів.

У **першому розділі** наведена оцінка сучасного стану врахування акустичної та пружної анізотропії при проведенні польових сейсмічних та сейсмоакустичних досліджень. Автором обґрунтовано доводиться складність визначення симетрії і пружних постійних осадових гірських порід за даними польових сейсмічних і сейсмоакустичних досліджень. Висловлено твердження, що всі без виключення параметри азимутальної сейсмічної анізотропії контролюються типом симетрії упорядкованості структурних елементів геологічного середовища. Наведено результати моделювання орієнтованої тріщинуватості. Проте не розглянуто вплив орієнтації мінералів, напружено-деформованого стану, тиску, температури, структури пустотного простору, типу пустотних наповнювачів. Цей напрямок розвивається на кафедрі геофізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка вже більш як 20 років, тобто автор в змозі узагальнити підхід і залучити додаткові аргументи на його користь.

У **другому розділі** наведено результати дослідження пружної анізотропії основних глинистих мінералів. Наведена велика кількість фактичного матеріалу, що представляє значний інтерес для розуміння природи анізотропії глинистих мінералів і цілих породних комплексів. Однак з наведених результатів по глинистих мінералах детально описані лише 4. В табл.2.1 наведені дані по каоліниту і мусковіту, а на рис.2.5 - біотиту і монтморилоніту. Таблиця 2.2, в якій наведені пружні постійні для всіх 15 мінералів практично не проаналізована в тексті.

Найбільш суттєвим, на мій погляд, є **розділ 3**, де наведено розроблений автором інваріантно-поляризаційний метод визначення пружної симетрії і пружних сталих товщі гірських порід. Автором детально описується послідовність дій на початку розділу а потім на прикладі реальних даних роз'яснюється послідовність дій для вирішення задачі визначення пружних постійних, симетрії середовища, оцінки азимутальної анізотропії пружних хвиль на прикладі ВСП.

Так порівняння індикатрис частково пояснило наявність аномальних екстремальних значень. Але не зрозуміло, яким чином зроблені автором прогнозні оцінки дають можливість виправити наведені в роботі інших авторів (посилання [24]).

У **розділі 4** розглядається вплив симетрії шару на форму площинного годографа квазіпоздовжньої хвилі для товстошарової моделі, пружні сталі якої відповідають реальним даним, що визначені в розділі 3 сейсмічними методами в осадових товщах порід у природному заляганні.

Різні апроксимації від триклінної до моноклінної, ромбічної та поперечно-ізоτροпної підтверджують висновок автора про складний характер годографа поверхневої відбитої хвилі (рис. 4.2) в низькосиметричному середовищі. А розраховані кінематичні поправки (рис.4.3) – про значні відхилення від гіперболоїда, за рахунок чого можуть бути значні похибки в сейсмічних побудовах при спрощеному підході до оцінки пружної симетрії реального середовища.

Однак такі відхилення, на мою думку, є дещо природними, Отже автору можна рекомендувати реалізувати запропонований підхід на одному із українських родовищ із використанням результатів математичного моделювання.

Слід зазначити, що наведені вище зауваження не знижують загальне позитивне враження про дисертацію.

В роботі отримані нові теоретичні та експериментальні результати, що в сукупності вирішують важливу наукову проблему дослідження симетрії та анізотропії низькосиметричного геологічного середовища сейсмічними і сейсмоакустичними методами. Робота має велику практичну цінність та перспективи застосування при інтерпретації даних 2D та 3D сейсморозвідки, даних ВСП в районах розвитку складнопобудованих порід-колекторів нафти і газу як на території України, так і за кордоном.

В цілому, дисертація Вижви А.С. є завершеною науково-дослідною роботою, добре оформлена та проілюстрована. Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації. Дисертація та автореферат написані грамотною українською мовою, стиль викладення матеріалу відповідає прийнятому в науковій літературі.

Підсумовуючи вищесказане, можна зробити загальний висновок, що подана дисертаційна робота є актуальною, має новизну й практичну цінність, а її науковий рівень відповідає всім вимогам п. 9, 11, 12, 13 „Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року №567 (зі змінами), які висуваються до кандидатських дисертацій, а автор дисертації Вижва Андрій Сергійович заслуговує на присвоєння йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика.

Головний науковий співробітник
Інституту механіки імені С.П.Тимошенка
НАН України,
доктор фізико-математичних наук

Маслов Б.П.

Підпис Б.П.Маслова «Засвідчую»
Вчений секретар