

УДК 550.834:552.523

Драгомирецька О. В., аспірант,
Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
кафедра інженерної геології та гідрогеології,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АКУСТИЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕОТИЧНИХ ГЛИН

Розглядаються можливості залучення теоретичних методів дистанційної оцінки параметрів акустичних полів при врахуванні характеристик неоднорідностей геологічного середовища. Результати розрахунку показують, що величина поглинання акустичних хвиль пов'язана з деякими особливостями осадових порід. Як полігонний стратиграфічний горизонт пропонуються меотичні глини, що становлять основний деформуємий горизонт зсувів видавлювання на Одеському узбережжі.

Ключові слова: меотичні глини, акустичні методи, поглинання.

Одним з високодинамічних екзогенних процесів північно-західної частини узбережжя Чорного моря в межах Одеської області є зсуви, розвиток яких визначається, в першу чергу, структурно-геологічними особливостями регіону. Тут у геологічному розрізі досить широко розповсюджен шар меотичних глин [1], вивчення фізико-механічних властивостей яких викликає особливий інтерес. Це пов'язано насамперед з тим, що відкладення меотичного віку є основним деформованим горизонтом і характеризується наявністю відносно слабких прошарків, до яких приурочена поверхня зсувного зміщення. Як правило, властивості меотичних глин вивчаються комплексом польових та лабораторних методів. Однак громоздкість методів дослідження, що застосовуються на практиці, викликає необхідність пошуку і залучення більш досконалих методик та засобів вивчення гірських порід.

Тривалість процесів мінливості гірських порід, які приводять до зсувів, їх неминучість в активний період та труднощі діагностики традиційними шляхами підвищують зацікавленість дослідників до дистанційних методів, дозволяючих здійснювати неруйнуючий контроль територій. До них належать акустичні методи, застосування яких, завдяки виникненню незначних деформацій, не викликають зміни структури та властивостей геологічного середовища.

Можливість залучення акустичних методів для оцінки складу, напружено-деформованого стану і фізико-механічних властивостей порід заснована на існуванні зв'язку між цими показниками та акустичними характеристиками геологічного середовища (наприклад, швидкості розповсюдження поздовжніх та поперечних хвиль, коефіцієнтів та декрементів поглинання, а також коефіцієнтів і декрементів затухання), що вимірюються.

В зв'язку зі складністю процесу розповсюдження хвиль в суттєво неоднорідному геологічному середовищі, при рішенні задач акустичними методами, прийня-

то робити ряд припущень. Так вважають, що гірські породи при проходженні крізь них акустичних хвиль поведуться як пружні лінійно деформовані тіла. На цій підставі до них можна застосувати основні рівняння теорії пружності й функціональні залежності між швидкостями пружних хвиль та динамічними характеристиками (модулем Юнга, коефіцієнтом Пуассона та інші).

В існуючих теоретичних моделях, які описують процес розповсюдження коливань в пружному середовищі, використовують спрощуючі припущення про їх будову, як суцільних. Тому правомірно використати подібний підхід. Безперечно, меотичні глини — складні багатокомпонентні системи, але як апроксимуюче можна розглянути ідеалізоване середовище з двома чи трьома складовими (вода, повітря, тверді частини) в залежності від реальних умов залягання. Для таких об'єктів відома теоретична модель Біо [3], модифікована Столлом [4], яка описує розповсюдження поперечної та двох типів поздовжніх хвиль крізь пористе середовище.

Особливість цієї теорії полягає у тому, що припускається рух порозаповнюючої рідини відносно твердої пористої основи, в результаті чого стає можливим розрахувати збитки обумовлені в'язкістю, які на низьких частотах зростають пропорційно квадрату частоти f^2 , а на високих частотах — $f^{1/2}$. Збитки, які є наслідком тертя між твердими частками, дають внесок в поглинання пропорційно частоті f . Можна показати, що у граничних випадках низьких та високих частот коефіцієнти в'язкого поглинання мають такий вигляд: $\alpha_n = \beta_1 V (2\pi f)^2 / \eta v_p$ та $\alpha_n = \beta_2 (2\pi f \eta)^{1/2} / v_p d$, тут β_1 і β_2 — безрозмірні коефіцієнти, які залежать від щільності та пористості, V — абсолютна проникність середовища, η — в'язкість, $\rho_{ж}$ — щільність рідини, v_p — швидкість поздовжньої хвилі першого типу, d — середній розмір пор.

Як відомо, товща меотичних відкладень в межах Одеського узбережжя надана глинами з прошарками дрібнозернистого, місцями водонасиченого, песку. Зрідка в них зустрічаються тонкі прошарки вапняку. Такий склад гірської породи дозволяє виділити окремі її складові, в особливості піщані прошарки, та розглянути вплив мінливості їх стану на характеристики розповсюдження хвиль.

Тому, підходячі до рішення цієї задачі, пропонується оцінити поглинаючу здібність піску у залежності від в'язкості заповнювача, який його насичує, та мінливості частоти зонduючого коливання. За участю автора, у Відділенні гідроакустики Морського гідрофізичного інституту НАН України проводилося вивчення залежності частоти збудженого акустичного коливання від величини коефіцієнта поглинання. Була складена обчислювальна PASCAL-програма для IBM PC/AT та здійснен розрахунок для дрібнозернистих пісків, в яких проміжки між частками заповнені суттєво різними за в'язкістю рідинами (вода і нафта).

Результати чисельного експерименту зображені на рис. 1. Як видно, розраховані криві, в розглядаємому діапазоні частот близькі до закону $f^{1/2}$, що узгоджено з теорією. Порівнюючі здобуті залежності, встановлено, що у діапазоні частот 10—10² Гц поглинання знаходиться у суттєвій залежності від в'язкості рідини.

Проте, на практиці не завжди є можливість здобути вихідні дані для розрахунків за вищенаведеними формулами. Тому використовують інтерферометричні, резонансні, ревербераційні, імпульсні методи вимірювання можливих засобів дослідження. Надалі припускається здійснити коефіцієнту поглинання. Обмеженість

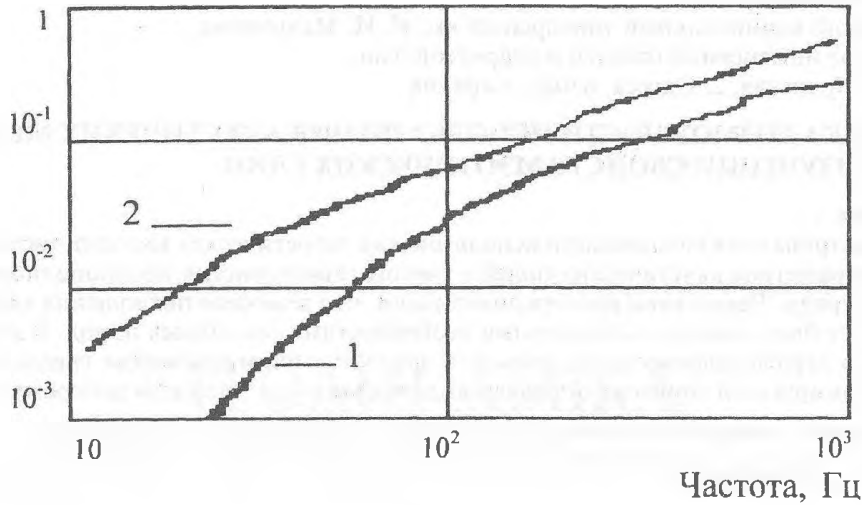


Рис. 1. Залежність частоти зондуючого коливання від поглинання в дрібнозернистому піску. Порозаповнююча рідина: 1 — вода; 2 — нафта.

наявної приладдевої бази обумовлює вибір лабораторні вивчення зразків мео-тичних глин ревербераційним методом, що дозволяє визначити час затухання акустичного сигналу в обмеженому об'ємі.

Отже, результати розрахунку свідчать, що величина поглинання у визначеному діапазоні частот може бути носієм інформації про в'язкість рідини, яка заповнює пористе середовище, та надати в деякому наближенні характеристику стану гірської породи. Оскільки поглинання виникає насамперед за рахунок в'язких збитків, обумовлених зсувними напруженнями, пропорційними швидкості зсувної деформації середовища [2], то зміна величини поглинання, безперечно, зв'язана зі зміною деформаційних властивостей порід (зчеплення, кут внутрішнього тертя та інші) і напруженого стану середовища. Аналіз цих зв'язків може привести до виявлення сталих інформативних ознак, які характеризують гірські породи, що є ключовим питанням оцінки властивостей порід і напружено-деформованого стану зсувних схилів у доактивний період.

Література

1. Зелинский И. П., Корженевский Б. А., Черкез Е. А., Шатохина Л. Н., Ибрагимзаде Д. Д., Цокало Н. С. Оползни северо-западного побережья Черного моря. — К.: Наук. думка, 1993. — 227 с.
2. Вознесенский Е. А. Поведение грунтов при динамических нагрузках. — М.: Изд-во МГУ, 1997. — 288 с.
3. Biot M. A. Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid. I. Low-frequency range. II. Higher frequency range // The Journal of the Acoustical Society of America. 1956. — V. 28, — № 2. — P. 168-191.
4. Stoll R. D. Marine sediment acoustics // The Journal of the Acoustical Society of America. — 1985. — V. 77. — № 6. — P. 1789-1799.

Драгомирецкая Е. В.

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,
кафедра инженерной геологии и гидрогеологии,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СВОЙСТВ МЭОТИЧЕСКИХ ГЛИН

Резюме

Рассматриваются возможности использования теоретических методов дистанционной оценки параметров акустических полей с учетом характеристик неоднородностей геологической среды. Результаты расчета показывают, что величина поглощения акустических волн может быть связана с некоторыми особенностями осадочных пород. В качестве полигонного стратиграфического горизонта предлагаются мэотические глины как основной деформируемый горизонт оползней выдавливания на Одесском побережье.

Ключевые слова: мэотические глины, акустические методы, поглощение.

Dragomyretska O. V.

Mechnikov Odesa National University,
Department of Engineering geology and Hydrogeology,
Dvorianskaya st., 2, Odesa, 65026, Ukraine

ESTIMATE OF THE POSSIBILITY OF USING THE ACOUSTIC METHODS FOR STUDY MEOTIAN CLAYS PECULIARITIES

Summary

The possibility of using the theoretical methods of distance estimation parameters of acoustic fields are considered taking into account the characteristic of the geological medium heterogeneity. The results of computation have shown that the value of acoustic waves absorption may be connected with some characteristics of sedimentary rocks. The Meotian clays are taken as a testing stratigraphic unit, as they are the basic deforming horizon at arise pressing out the landslides in Odessa seaboard.

Key words: Meotian clays, acoustic methods, absorption.