

Рис. 1. Діаграма динамічної напруги ІЕМПЗ в основі колони

5. Зсувний схил по вул. М. Тореза в м. Краматорську.

Наведені приклади (їх кількість обмежена рамками статті) показують наскільки широкий діапазон задач, які можна вирішувати методом ІЕМПЗ. Особливу привабливість мають низька собівартість, інформативність і оперативність зйомки в порівнянні з іншими геофізичними методами. В польових дослідженнях задіяні 2 виконавці, протягом робочого дня збирається інформація по 800 - 1000 точкам спостережень. Обробка інформації проводиться з використанням сучасних комп'ютерних технологій.

1. Воробьев А.А. Прямое преобразование механической энергии в электрическую на основе дефектной структуры твердого тела // ДСП в ВИНТИ. - Ч. 2, № 3458-76. - Томск, 1976. 2. Воробьев А.А., Ширлов В.Д., Захаровский Л.А., Евсеев В.Д. О природе электромагнитных волн, излучаемых пластичными грунтами при их нагружении. Проблемы нефти и газа Тюмени. - 1974, Вып.24. 3. Воробьев А.А. Равновесие и преобразование видов энергии в недрах. Изд-во ТГУ, Томск. - 1980. 4. Kramarenko O.A., Reshetov I.K., Mohid A. Th Majali. On the possibility of using the method of impulsive electromagnetic field of earth in the domain of engineering pioneering. - Jordanian geologists journal :Amman-jordan. - 2006. - N 2.

Надійшла до редколегії 13.02.08.

УДК 650.832

О. Опійник, асп.

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ДІАГРАМ ПОВНОЇ ЕНЕРГІЇ ПРУЖНИХ ХВИЛЬ НА ПРИКЛАДІ СВЕРДЛОВИНИ №22 МАЛОСОРОЧИНСЬКОЇ ПЛОЩІ

Досліджені карбонатні колектори свердловини №22 Мали-Сорочинці за допомогою комплексу методів ГДС. Проведена інтерпретація діаграм повної енергії, з використанням методики "опорного" пласта. Співставлені отримані результати з даними випробувань пластів на трубах (ВПТ).

The explored carbonate rocks-reservoir of borehole №22 Mali-Sorochinzi was explored with the help of logging data. An interpretation of full energy with the help of basic layer is presented. The received intervals of tides were compared with well test data.

Постановка проблеми. Реєстрація діаграм повної енергії акустичного сигналу розпочата ще у 1977 році. Приводом для цього стала низька якість запису динамічних характеристик пружних хвиль.

Причина низької якості "стандартних" акустичних параметрів міститься в самих призначених для реєстрації параметрах. Дійсно, серійною апаратурою реєструються динамічні характеристики якогось одного типу хвилі (Р, S, L), при цьому не враховується та обставина, що перетворення енергії випромінювача свердловинного приладу в по-вадвожно та інші типи хвиль залежить від ряду неконтрольованих і неоптиєйних в часі факторів, головним з яких є кут зустрічі хвилі зі стінкою свердловини.

Навіть в ідеальному випадку, при відсутності перерозподілу енергії в середині хвильового пакету та при задовільній якості діаграм основного та дублюючого заміру амплітуд і ефективного затухання, вибір характеристик пружних хвиль не можна назвати вдалими. Все вищезазначене можна довести шляхом аналізу алгоритму, що відповідає так званому ефективному затуханню

$$\alpha = 1/R \cdot 20 \lg(A_1/A_2), \tag{1}$$

де R = R₁ - R₂ - база приладу; A₁ і A₂ амплітуди хвиль від дальнього і ближнього випромінювача.

Значення амплітуд A₁ та A₂ можна записати:

$$A_1 = \sqrt{Q_1} \cdot e^{-\alpha R_1} \cdot \frac{1}{R_1^n} \quad \text{та} \quad A_2 = \sqrt{Q_2} \cdot e^{-\alpha R_2} \cdot \frac{1}{R_2^n} \tag{2}$$

де Q_1 та Q_2 потужність ближнього і дальнього випромінювачів акустичного зонду; n – показник геометричного розходження фронту хвилі; α – ослаблення первинної інтенсивності хвиль за рахунок поглинання та розсіювання їх енергії.

Розділивши одне рівняння на інше та прологарифмувавши результат, отримаємо:

$$\alpha_{\text{пер}} = Lg \frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{2} Lg \frac{Q_1}{Q_2} + Lg \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^n + \alpha (R_1 - R_2). \quad (3)$$

Припустивши, що $Q_1 = Q_2$ і $n = 0$, отримаємо

$$\alpha_{\text{пер}} = \alpha (R_1 - R_2), \quad (4)$$

тобто ефективне затухання, що реєструється відповідає ослабленню його інтенсивності за рахунок поглинання та розсіювання енергії тільки при умові тотожності потужності випромінювачів і відсутності розходження фронту хвилі.

Підбір випромінювачів за потужністю заводом виробником не проводиться, а розходження фронту хвилі є завжди, тому величина $\alpha_{\text{пер}}$ буде слотворена постійною чи змінною в часі завадою.

Викладене визначає доцільність реєстрації такого динамічного параметра пружних хвиль, який не був би прив'язаний до певного типу хвиль, а характеризував хвильовий пакет в цілому. В цьому випадку перерозподіл акустичної енергії між різними типами хвиль незначний і не приведе до погіршення якості запису, оскільки пов'язане з цим збільшенням амплітуд хвиль в одній частині пакету обумовить їх зменшення в інших частинах, тому що загальна кількість енергії, що потрапила в пласт, незмінна (закон збереження енергії Ломоносова-Лавуазьє). Таким параметром є повна енергія хвиль. Фізичні основи каротажу повної енергії, методика свердловинних вимірів, основи інтерпретації результатів розроблені таджицькими геофізиками [1].

Використання ручної інтерпретації отриманих даних є досить трудомістким та складним процесом. Але з розвитком сучасної комп'ютерної техніки та програмного забезпечення з'явилася можливість, використовуючи програмний пакет «ГеоПошук», створити технологію обробки діаграм повної енергії.

Фізичні основи метода. Під загасанням пружних хвиль будемо розуміти зміну інтенсивності хвиль за рахунок поглинання та розсіювання енергії.

В однорядному ізотропному середовищі інтенсивність пружної хвилі на деякій відстані від джерела коливань описується рівнянням:

$$J = Q \frac{e^{-\alpha R}}{R^n}. \quad (5)$$

З іншого боку, інтенсивність пружної хвилі пов'язана з акустичними параметрами середовища співвідношенням:

$$J = \frac{1}{Z} \int_0^T v^2 dt, \quad (6)$$

де v – миттєве значення напруження на виході приймача; Z – акустичний імпеданс (хвильовий опір) середовища.

Величину, що визначається інтегралом в рівнянні (6), умовно можна вважати енергією пружних хвиль E в інтервалі часу T . Прирівнявши праві частини рівнянь (5) і (6), отримаємо:

$$T = QZ \frac{e^{-\alpha R}}{R^n}, \quad (7)$$

тобто в умовах ідеального середовища енергія пружних хвиль визначається акустичним імпедансом середовища і загасанням та залежить від потужності джерела коливань і розходження фронту хвилі. Рівняння (7) – основне рівняння повної енергії пружних хвиль.

Акустичний імпеданс описується наступним рівнянням:

$$Z = \rho C, \quad (8)$$

де ρ і C – відповідно густина породи і швидкість розповсюдження хвилі в породи.

Акустичний імпеданс може бути використаний для отримання інформації про пористість, літологію та насичення.

На практиці використовуємо рівняння (9):

$$Z = \rho_{\text{СК}} C_{\text{СК}} \frac{(1 - Kn) + \rho_{\text{ж}} / \rho_{\text{СК}} Kn}{(1 - Kn) + C_{\text{СК}} / C_{\text{ж}} Kn}, \quad (9)$$

де $\rho_{\text{СК}}$ та $\rho_{\text{ж}}$ – відповідно густина скелету і флюїду (за літературними даними); $C_{\text{СК}}$ і $C_{\text{ж}}$ – швидкість пружних хвиль в скелеті породи та флюїді (за літературними даними); Kn – загальна пористість породи в долях одиниць.

Згасання хвиль є важливою характеристикою гірських порід і визначається тільки розсіюванням σ енергії хвиль [3].

Враховуючи, що розсіювачами енергії в гірських породах, в основному, є тріщини та ізометричні порожнини, тобто пори і каверни, можна записати:

$$\sigma = \sigma_{\text{тр}} + \sigma_{\text{кав}}, \quad (10)$$

де σ , $\sigma_{\text{тр}}$ і $\sigma_{\text{кав}}$ – енергетичні коефіцієнти розсіювання, відповідно сумарний, на тріщинах та кавернах.

Основне рівняння повної енергії матиме наступний вигляд:

$$E = QZ \frac{e^{-\sigma R}}{R^n}. \quad (11)$$

Етап 6 – визначення коефіцієнту розсіювання σ згідно з формулою (18).

Етап 7 – аналіз отриманих значень σ , прийняття рішень про наявність інтервалів притоку.

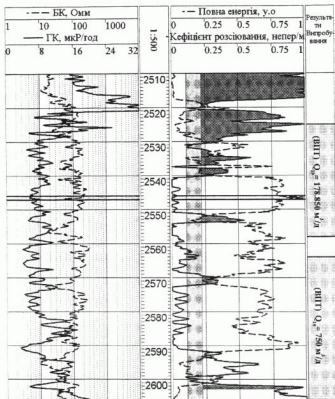


Рис. 1. Приклад виявлення складних карбонатних колекторів у св. №22 Мали-Сорочинці

Висновки. Вперше обробка та інтерпретація матеріалів проводилась за допомогою технології «Визначення коефіцієнта розсіювання», що полегшило процес обробки, зменшило затрати часу, підвищило достовірність результатів, зменшило суб'єктивний вплив інтерпретатора.

Отримавши криву повної енергії та використовуючи розроблену технологію, попередньо проаналізувавши увесь польовий та петрофізичний матеріал по свердловині Мали-Сорочинці №22, автор провів інтерпретацію та зробив наступні висновки.

Значне затухання повної енергії відмічається в інтервалах 2521-2530 м, 2534,5-2537 м, 2538-2540 м, 2551,8-2554 м, які характеризуються нейтронною пористістю 8-12%. Коефіцієнт розсіювання σ має високі значення ($> 0,22$ непер/м), що дає можливість стверджувати про присутність вторинної тріщинуватості та наявності припливу в пластах.

У процесі буріння за допомогою виробувача пластів на трубах (ВПТ) проведено два виробування. У першому випадку з інтервалу 2525-2558 м отримано інтенсивний приплив газу дебітом 178,850 тис. м³/д, у другому при виробуванні інтервалу 2564-2606 м отримано слабкий приплив газу. Дані результати можуть бути підтвердженням достовірності та ефективності даної технології.

Застосування технології «Визначення коефіцієнта розсіювання» за допомогою «опорного пласта» в принципі виключає пропуск колектора складного типу. Але існують так звані зони вертикальної тріщинуватості, в яких інтерпретація діаграм повної енергії є неоднозначною, дослідження таких зон – це перспектива подальшого розвитку у даному напрямі.

1. Л.В. Будиюк, Ю.Д. Щербак. Методическое пособие по интерпретации диаграм полной энергии упругих волн. – Душанбе: ЦОМЗГИС, 1991.
2. Добрынин М.М. Изучение сложных карбонатных коллекторов // Геология нефти и газа. – 1991. – №5. – С.30-34. 3. Будиюк Л.В., Сливко В.Б., Щербак Ю.Д. Изучение разрознен скважин по материалам регистрации динамических параметров упругих волн. – М.: ВИЭМС, 1979.