

геологічному минулому. Якщо прийняти можливу швидкість занурення одного ярусу складок в 10 мм/рік, то лише за 1 млн. років такий прогин буде оцінюватись амплітудою в 10 км при неперервній його дії і насуванню наступних ярусів складок. При цьому кожний наступний ярус формувався біля нового уступу Передкарпатського розлому. Геологічного часу для такого процесу було предостатньо. Так, за К-Аг методом абсолютний вік тільки відкладів воротищенської світи за шкалою Ф.Рогля оцінюється в 23.8 – 18.8 млн. років [2].

Таким чином, припускається, що регіональний мінімум сили тяжіння зумовлений прогином земної кори, заповнений крейдово-палеогеновими породами малої густини порівняно з більш щільними на контакт з ними породами.

Прогин земної кори в свою чергу зумовлений насумом з геосинклінальної області за рахунок дії сил поперечного стиснення (тангенціального) та нагромадженням на локалізованій площі порід, зім'ятих у складки біля упора, створеного Передкарпатським розломом, літостатичного навантаження (гравітаційного).

Характер та швидкість насумних процесів, а також занурення складок в земну кору, різна кількість ярусів складок на різних ділянках прогину мабуть пов'язані з особливостями внутрішньої будови земної кори, а різна морфологія складок, їхні амплітуди на різних ділянках можуть свідчити про автономність процесу в межах останніх.

Приуроченість всіх відомих родовищ Прикарпаття в плані до регіонального мінімуму сили тяжіння на ділянці Борислав-Долина-Космач дає підстави стверджувати про можливість виявлення нафтових покладів у межах Старосамбірської (на південь від глибоких свердловин 14-Доброміль-Стрельбичі, 1-Південний Монастирець) та Ворохтянсько-Гринявської куліс регіонального мінімуму сили тяжіння.

Література

1. Шеремета П., Гошовський С., Чебан В. і ін. Нові дані для обґрунтування структури Карпат на основі сейсмічних досліджень на регіональних профілях РП-5 і РП-4А // Міжнародна наукова конференція "Геологія горючих копалин України". Тези доповідей НАН України. Інститут геології і геохімії горючих копалин.- Львів, 2001.
2. Вуйтович А., Гринів С., Білоніжка П. Абсолютний вік та умови утворення лангбейніту міоценових евапоритів Передкарпаття // Міжнародна наукова конференція "Геологія горючих копалин України". Тези доповідей НАН України. Інститут геології і геохімії горючих копалин.- Львів, 2001.
3. Никонов А.А. Современные техногенные движения земной коры // Изв. АН СССР, Сер.: Геолог. – 1976. - №12.
5. Успенский М.С. Об изучении влияния техногенных процессов на деформации земной поверхности и стабильность геодезических пунктов // Геодезия и картография. - 1975. - №4.

УДК 550.83.045

ДЕЯКІ ТЕХНОЛОГІЧНІ І МЕТОДИЧНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СЕЙСМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ

В.А. Борсук, В.В. Гневуш

Західно-Українська геофізична розвідувальна експедиція

Західно-Українська геофізична розвідувальна експедиція (ЗУГРЕ) виконує геофізичні дослідження в Західному нафтогазоносному регіоні України в різних структурно-тектонічних зонах. Це південно-західне закінчення Східно-Європейської платформи, Передкарпатський і Закарпатський прогини, Складчасті Карпати. Одним з вагомих геофізичних методів, який використовується у вирішенні широкого спектру геологічних задач при пошуках і деталізації родовищ нафти та газу і досить динамічно розвивається, є сейсморозвідка. За останні роки в ЗУГРЕ помітно розширились можливості сейсморозвідки в більш успішному вирішенні пошукових і деталізаційних розвідувальних задач, зокрема в складних структурно-тектонічних зонах на різних глибинах, завдяки кількісним і якісним змінам в технології і методиці польових сейсмічних досліджень, зв'язаних з використанням вибухових і вібраційних джерел збудження пружних

коливань, їх цифрової реєстрації в досить широкому динамічному діапазоні сейсмостанціями на комп'ютерній базі, подальшим розвитком багатократних систем спостережень, обробки отриманої сейсмічної інформації на персональних комп'ютерах в системах, що постійно розвиваються і доповнюються різними програмними модулями і процедурами. Все це підвищує геологічну ефективність сейсмічних досліджень вказаних вище задач, яка визначається досягнутим рівнем роздільної здатності сейсмічного запису при відповідному відношенні сигнал-завада на кінцевих часових розрізах, що використовуються при інтерпретації.

Схематично технологічний процес отримання хвильового поля на часових розрізах в частотній області $S_{рез.}(w)$ визначається наступним чином / 1 /:

$$S_{рез.}(w) = S_{збуд.}(w) \times S_{сер.}(w) \times S_{зав.}(w) \times S_{спост.}(w) \times S_{реест.}(w) \times S_{обр.}(w),$$

де $S_{збуд.}(w)$ – частотна характеристика збудження пружних коливань (регулюється параметрами джерел збудження пружних коливань);

$S_{сер.}(w)$ – частотна характеристика середовища, в якому розповсюджуються пружні хвилі (постійна для даної точки досліджень);

$S_{зав.}(w)$ – частотна характеристика хвиль-завад, що виникають при збудженні пружних коливань і накладаються на поле відбитих хвиль;

$S_{спост.}(w)$ – частотна характеристика системи спостереження (розраховується для усунення визначених когерентних хвиль-завад);

$S_{реест.}(w)$ – частотна характеристика реєструючого тракту (задається для збереження повного спектра відбитого сигналу);

$S_{обр.}(w)$ – частотна характеристика обробки (направлена на збільшення відношення сигнал/завада і роздільної здатності сейсмічного запису).

Дослідження по вибору методики спостережень включають проведення польових сейсмічних робіт, детальну обробку даних на персональних комп'ютерах, аналіз отриманих матеріалів. Польові сейсмічні дослідження виконуються, як правило, в три етапи. На першому і другому етапах по окремих зондуваннях вивчаються параметри збудження пружних коливань ($S_{збуд.}(w)$) і хвильові поля, які аналізуються з метою виділення зон розповсюдження відбитих хвиль і хвиль-завад ($S_{зав.}(w)$), параметри яких визначаються для більш оптимального вибору систем спостережень ($S_{спост.}(w)$). Частотна характеристика реєструючого тракту ($S_{реест.}(w)$) при цьому вибирається таким чином, щоб не зменшувалась ширина спектра відбитих хвиль, досягнутого при збудженні пружних коливань різними джерелами (вибухи із свердловин, шпурові заряди, вібраційні джерела – СВ-5-150, СВ-10/180) і складає від 2,5 до 3,5 октав. На третьому етапі, на основі детальної обробки і аналізу отриманих даних, а також результатів попередніх робіт, відробляються профілі та оцінюються можливості вивчення сейсморозвідкою конкретної площі, ділянки, характерної для окремої тектонічної зони.

Особлива увага при сейсмічних дослідженнях приділяється проблемі подавлення когерентних хвиль-завад різних типів і, відповідно з цим, вибору більш оптимальних систем спостережень для різних тектонічних зон.

Результатами вивчення та аналізу хвильових полів в різних тектонічних зонах регіону трансформовані в f-k площину і приведені на графіку узагальнених даних залежності хвильового числа k від частоти f (рис.1) для різних когерентних хвиль-завад. Радіальні криві на такому графіку

відповідають постійним позірним швидкостям когерентних хвиль-завад: $V^* = \frac{f}{k}$.

На графіку виділяються чотири типи відомих хвиль-завад: I – поверхневі хвилі Релея, Лява з позірними швидкостями V^* від 200 до 500 м/с; II – сукупність багатократних обмінних і поперечних хвиль з $V^* = 600-1200$ м/с; III – багатократні поздовжні хвилі, які утворюються на границях розділу (поверхня, зона малих швидкостей) з $V^* = 1700-2000$ м/с; IV – багатократні відбито-заломлені і заломлено-відбиті поздовжні хвилі з $V^* = 2600-4800$ м/с. Всі ці типи хвиль-завад пов'язані з будовою і неоднорідностями, які характерні для верхньої частини розрізу. Позірні швидкості відбитих хвиль (сигнал) мають значення від 4800 м/с до ∞ .

Найбільш інтенсивними, як правило, є поверхневі хвилі-завади. Інтенсивність інших може змінюватись в залежності від поверхневих сейсмогеологічних умов і типу сейсмічного джерела (вибухова свердловина, група шпурів, група вібраторів). Причому, менш інтенсивні хвилі-завади вдається виявити тільки після “зняття” процедурами обробки домінуючих хвиль-завад.

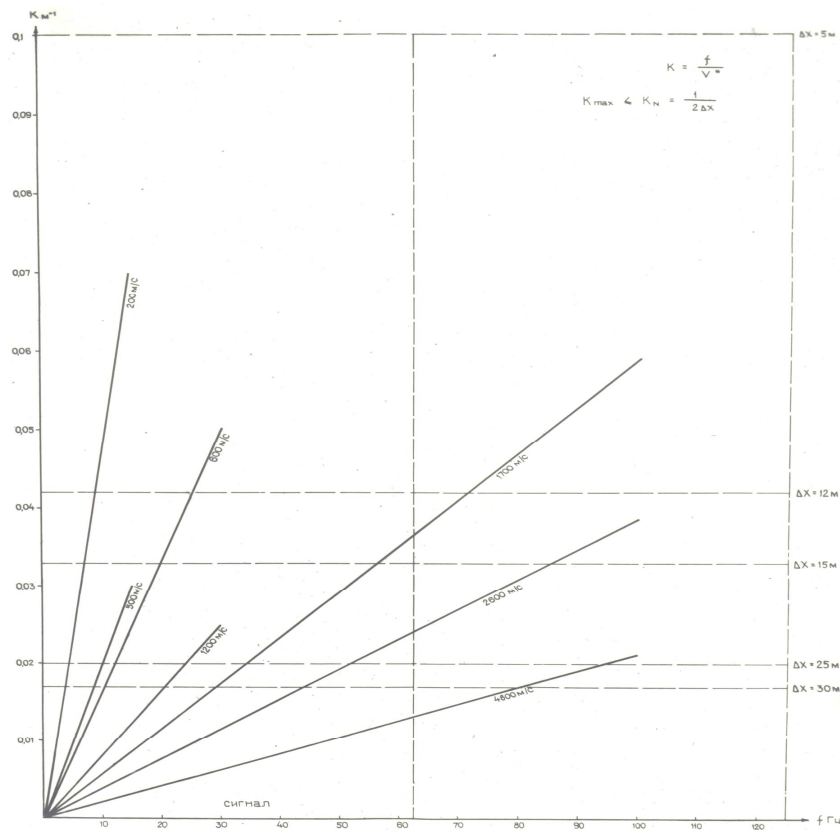


Рис. 1. Графік $k(f)$ узагальнених даних результатів вивчення хвильових полів в різних тектонічних зонах

З відомих методів подавлення когерентних хвиль-завад з метою підвищення відношення сигнал/завада (частотна фільтрація, групування сейсмоприймачів і джерел збудження пружних коливань) найбільш ефективним для регіону є просторова фільтрація по позірних швидкостях. При такій фільтрації “вирізається” клиновидна область, в якій необхідно подавити той чи інший тип когерентних хвиль-завад. Фільтрація в f - k площині, на відміну від одномірної, ефективна тим, що сигнал і завада в двох вимірах по f і k , як правило, не перекриваються. Про що і свідчать результати вивчення хвильових полів приведені на рис.1. Це дозволяє будувати двовимірний фільтр, який усуне визначену хвилю-заваду, не спотворюючи суттєво корисного сигналу.

Для застосування f - k фільтрації необхідно розраховувати польові системи спостереження, зокрема віддалі між пунктами прийому (Δx), яка визначає густину спостереження, тобто просторову дискретизацію сейсмічного запису. Загальна вимога до просторової дискретизації сейсмічного запису —максимальні значення параметра k не повинні перевищувати значення просторової частоти Найквіста k_n : $k_{\max} \leq k_n = \frac{1}{2\Delta x}$. Ця умова в дискретному вигляді і контролює загрозу еліксінг-ефекту і накладає обмеження на діапазон просторових частот, до яких можна застосувати двовимірну фільтрацію.

З графіка узагальнених даних (рис.1) видно, що при зменшенні Δx збільшується діапазон просторових частот, який можна зареєструвати, всіх типів приведених хвиль-завад і вплив яких можна послабити в процесі обробки. В ідеальному випадку чим менше Δx , тим більший цей діапазон і при $\Delta x=5$ м можна майже повністю усунути всі когерентні хвилі-завади. При цьому, звичайно, необхідно зберігати відповідну довжину розстановки співрозмірною з глибиною сейсмічних досліджень.

Такий підхід вимагає впровадження у технологію польових робіт сучасних багатоканальних сейморозвідувальних станцій з більшим динамічним діапазоном, нових методичних прийомів при виборі систем спостережень приведених вище і обробки

сейсмічної інформації на потужних персональних комп'ютерах.

В останні роки ЗУГРЕ має змогу використовувати 120-канальну сейсмостанцію "Bison SPECTRA", яка створена на базі комп'ютера з мікропроцесором INTEL 80 486 DX 66 МГц, 16 Мб RAM і 24-бітного аналого-цифрового перетворювача Delta Sigma. Пакет програм в операційній системі MS-DOS 6,0 забезпечує:

- різну конфігурацію і вибір каналів сейсмостанції;
- дискретизацію сейсмічного запису від 0,25 до 16 мс;
- жовжину сейсмічного запису від 500 до 12000 дискретів при 120 каналах;
- частотний діапазон 1-500 Гц (-3 дб);
- низько-частотний зріз фільтра від 1 до 255 Гц;
- підсилення від 12 до 60 дб;
- апаратурні перевірки сейсмостанції.

Запис сейсмічної інформації здійснюється у форматі SEG-2 або SEG-Y (по "Bison"-версії).

З цією сейсмостанцією, відповідно, виконані пошукові і деталізаційні сейсморозвідувальні роботи методикою 15-кратного поздовжнього профілювання з використанням шпурових зарядів (одиначних і п'яти на базі 12 м) на Дебиславецько-Косачівській площі ($\Delta x=3$ м) Більче-Волицької зони та Ілемківській ($\Delta x=15$ м) в Скибовій зоні. Мета цих досліджень є пошуки та підготовка нафтогазоперспективних об'єктів для пошукового буріння.

Обробка отриманої польової сейсмічної інформації виконана на персональних комп'ютерах (Pentium II) в комплексі SPS-PC (Seismic Processing System for PC) під управлінням операційної системи Windows 98/NT/2000 (автор М.О. Голярчук).

Цей програмний комплекс забезпечує:

- адміністрування системи і користувачів;
- ввід і демультимплексацію сейсмограм у форматах SEG-B, SEG-D, SEG-Y, СЦС-3, DIOGEN, BISON, SN-388;
- високошвидкісну і якісну кореляцію записів Vibroseis;
- планування, опис, візуалізацію і редагування систем спостережень і геометрії профілів 2-Д і 3-Д;

- компановку сейсмограм у форматах СЦС-3 і SEG-Y;
- повну обробку вихідних сейсмограм і отримання часових розрізів;
- обробку та аналіз часових розрізів і кубів 3-Д;
- використання допоміжних процедур;
- формування та обслуговування геолого-геофізичного банку даних;
- картопобудову 2-Д по результатах обробки;
- обробку і кореляцію даних глибокого буріння;
- обробку даних заломлених хвиль і визначення статичних поправок по перших вступам;
- інформацію про хід обробки.

Після детальної обробки із застосуванням процедур відновлення амплітуд, просторової фільтрації, деконволюції, смугової фільтрації, швидкісного аналізу, корекції статичних поправок, міграції на часових розрізах простежуються чіткі відбиті хвилі, які відображають і характеризують геологічну будову площ і повністю придатні для подальшої інтерпретації і структурних побудов.

Таким чином, подальший розвиток сейсморозвідки в регіоні пов'язується з використанням сучасних багатоканальних (120 каналів і більше) сейсмостанцій, вдосконаленням техніко-методичних прийомів, направлених на оптимізацію умов збудження пружних коливань, параметрів систем спостережень, приведених вище і графа обробки з метою досягнення необхідного рівня роздільної здатності сейсмічного запису на кінцевих часових розрізах для більш успішного вирішення різних геологічних задач.

Література

1. Гогоненко Г.Н. и др. Пособие по методике получения сейсмической записи повышенной разделяющей способности ЦГЭ. М., 1986 г.
2. Гурвич И.И., Боганик Г.Н. Сейсмическая разведка. М., «Недра», 1980 г.
3. Хаттон Л., Уэрдингтон, Мейкин Дж. Обработка сейсмических данных. Теория и практика. Пер. с англ. М., «Мир», 1989 г.
4. Шерифф Р., Гельдерж Л. Сейсморозведка. В 2-х томах. М., «Мир», 1987 г.