

УДК 550.834.04

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СЕЙСМОРОЗВІДКИ В ПІВДЕННО-СХІДНІЙ ЧАСТИНІ БОРИСЛАВСЬКО-ПОКУТСЬКОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

В.В.Гневуш

Західно-українська геофізична розвідувальна експедиція ДГП "Укргеофізика", 79000, Львів, бул. Д.Апостола, 9а, тел. (0322) 672631, e-mail: zugae@is.lviv.ua

В статті описується залежність первинного сейсмічного матеріала від поверхневих і глибоких сейсмогеологічних умов. Дається характеристика глибоких і поверхневих факторів, які впливають на характер сейсмічної записи. Проведен аналіз сейсмічних досліджень в юго-східній частині Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину, починаючи з методики масових просторових сейсмосондувань МПЗ до методу спільної глибокої точки СГТ.

Дані рекомендації по удосконаленню методики польових робіт, використанню програм обробки, які підвищують якість часового розрізу.

Південно-східна частина Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину є перспективною для пошуків нафтогазових об'єктів і характеризується складними орографічними умовами та глибокою геологічною будовою. Первинний сейсмічний матеріал, отриманий в межах Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину, дуже складний і перебуває в прямій залежності від поверхневих та глибоких сейсмогеологічних умов.

До глибоких факторів, які впливають на характер сейсмічного запису, треба віднести наявність складної насувної тектоніки. Вся Бориславсько-Покутська зона представлена ярусним нагромадженням складок. Складки формують окремі покриви (яруси) з чітко вираженою чоловою частиною. Складки переважно лежачі, з вираженими південно-західними і короткими північно-східними крилами, зрізаними поздовжніми розривними порушеннями – підкидо-насувами. За простяганням покриви і складки розбиті численними поперечними розривами.

Така надскладна будова Бориславсько-Покутської зони у поєднанні з особливостями флішо-моласового літофаціального типу розрізу (відсутність протяжних, витриманих по площі літологічних різновидностей та опорних сейсмічних відбиваючих границь) дуже ускладнює глибокі сейсмогеологічні умови.

Складність поверхневих сейсмогеологічних умов зумовлена змінністю зони малих швидкостей, розчленуванням рельєфу і зміною літології у верхній частині розрізу, густинною неоднорідністю різновікових порід. Профілі, які проходять вздовж вузьких гірських хребтів, відрізняються несприятливими умовами збуд-

The dependence of primary seismic data from surface and subsurface seismic geological conditions is considered in the article. The surface and subsurface factors influencing on the seismic registration are characterized. The analysis of the seismic studies is carried out in the south-eastern part of the Boryslav-Pokuttia zone of the Precarpathian through, beginning from the method of the numerous space seismic sounding and method of common depth point.

Recommendations towards improving of the field works methodic, application of processing programs, which improve the quality of time seismic section are given.

ження пружних коливань. Це пов'язано з пониженням рівня ґрунтових вод на водорозділах і схилах гір, а також виходом на поверхню порід, несприятливих для збудження сейсмічних хвиль (воротисьненські відклади).

Складність поверхневих та глибоких сейсмо-геологічних умов є причиною виникнення численних і різних за походженням хвильових порушень, розсіяних в зонах тектонічних порушень, розсіяних на криволінійних (чолових) елементах складок та бокових, які суттєво ускладнюють хвильову картину і процес обробки сейсмічної інформації.

За даними сейсмокаротажних досліджень стратиграфічні різновидності, які формують геологічний розріз зони, характеризуються такими значеннями пластових швидкостей:

стебницька світа	– 3600-4600 м/с;
воротисьненська світа	– 3900-4200 м/с;
поляницька світа	– 3600-3800 м/с;
еоценові відклади	– 3700-4000 м/с;
палеоценові відклади	– 3800-4500 м/с;
верхньокрейдові відклади	– 4300-4900 м/с.

Встановлено наявність горизонтального градієнта пластових і середніх швидкостей. Спостерігається збільшення середніх швидкостей в південно-західному напрямі, пов'язане зі збільшенням потужності насунутих на Бориславсько-Покутську зону високошвидкісних відкладів стрийської світи крейди Скибових Карпат.

Ціле десятиліття, з 1954 р. до 1964 р., методика масових просторових сейсмосондувань (МПЗ) була основною методикою сейсмічної розвідки перспективних ділянок Бориславсько-Покутської зони, де через складні сейсмогеоло-

гічні і орографічні умови проведення сейсмічних досліджень методикою безперервного профілювання було дуже ускладнене, або взагалі неможливе. Були отримані дані про глибину залягання, кут нахилу, азимут падіння відбиваючих границь. Застосовувались різні схеми просторових сейсмондунвань: хрестові, “зірочки”, трикутні, квадратні та ін.

З 1959 р. в Бориславсько-Покутській зоні почали застосовувати метод регульовано - направлено прийому (РНП), який поступово став витіснити методіку МПЗ завдяки більшій достовірності розвідувальних результатів. Кращі результати були отримані за рахунок застосування системи польових спостережень з 2-кратним перекриттям відбиваючих границь і реєстрації хвильового поля на поперечних базах прийому через кожні 600 м сейсмічного профілю. Це дало змогу аналізувати відбиті хвилі за кутами їх приходу до лінії профілю і відсіювати ті з них, які прийшли до бази прийому не у вертикальній площині профілю, тобто бокові. Завдяки такому методичному прийому та можливості детального аналізу зон інтерференції хвиль сейсмічні розрізи РНП стали більш регулярними і впорядкованими порівняно з розрізами МПЗ. Все ж в складних сейсмогеологічних умовах ці системи виявились недостатніми, що привело до необхідності подальшого удосконалення методіки польових робіт шляхом застосування багатократних систем спостереження з обробкою за методом спільної глибинної точки (МСГТ), методіки широкого профілю (ШП), збільшення бази аналізу сейсмічного поля з використанням тих же принципів РНП тільки на якісно новому методичному рівні.

З 1970 р. впроваджується метод спільної глибинної точки (МСГТ), який понад 30 років є основним методом сейсмічної розвідки в даному регіоні. Застосовуються різні модифікації багатократних систем спостережень, такі як поздовжньо-непоздовжнє профілювання, поздовжньо-поперечне профілювання, криволінійний профілі, широкий профілі, методика контурної сейсмозвідки, які в кінцевому результаті реалізувались через обробку спільної глибинної точки і різночасового сумування сейсмічних сигналів [2].

Методіка поздовжньо-непоздовжнього профілювання (на одному профілі збудження і прийом пружних коливань, а на другому – тільки прийом, відстань між профілями 1-3 км) дала можливість забезпечити сітку розвідувальних і сполучних профілів там, де неможливо виконати буро-вибухові роботи із-за складних орографічних умов. Таким чином, були отримані додаткові дані про умови залягання палеогенового флішу Бориславсько-Покутської зони там, де раніше це зробити було неможливо.

Були випробувані різні види групування сейсмоприймачів на поздовжньому профілі: поздовжні, поперечні, під кутом 45° до лінії профілю. Напрямок підходу хвиль до лінійної групи сейсмоприймачів, розміщеної на непоздовжньому профілі, залежить від її положення від-

носно пункту вибуху. Оскільки напрям підходу хвиль до групи сейсмоприймачів змінюється, то змінюються і характеристики направленості (фільтруючі властивості груп). У зв'язку з цим орієнтація лінійної групи відносно профілю спостережень, як і форма (конфігурація) групи, має важливе значення при оцінці її ефективності. Зроблені висновки, що в умовах Бориславсько-Покутської зони найкращий ефект ослаблення хвиль-завад дає застосування групи сейсмоприймачів, розміщеної під кутом 45° до ліній профілю.

Аналіз сейсмічних матеріалів показує, що лінійне профілювання МСГТ не забезпечує надійного виділення відбитих хвиль на часових розрізах. На сейсмограмах реєструються бокові відбиті хвилі, які прийшли не у площині профілю. Виділити їх на лінійному профілі неможливо.

Подальше удосконалення методіки польових спостережень пов'язане з застосуванням в 70-80-х роках методіки широкого профілю (ШП). В Бориславсько-Покутській зоні широке застосування набула методіка “оберненого” широкого профілю. На відміну від класичної методіки ШП [1] варіант “оберненого” ШП передбачає одну лінію збудження пружних коливань і декілька ліній прийому. Здебільшого застосовувались чотири лінії прийому, лінія збудження співпадала з однією із середніх ліній прийому. Відстань між профілями 100 м, відстань між центрами груп сейсмоприймачів 50 м, що при канальності сейсмостанції 24, 48 забезпечувало відповідно 6, 12-кратне перекриття відбиваючих границь. Такий варіант ШП спрощує польові роботи з використанням спарених 48-каналних сейсмостанцій. Геометрія розташування пунктів збудження і прийому в системах ШП дає можливість використовувати порівняно з лінійними системами додаткові способи ослаблення хвиль-завад, зокрема, бокових. Система спостережень в методіці ШП забезпечує нагромадження сигналів по декількох лініях прийому, що призводить до суттєвого збільшення співвідношення сигнал/завада на сумарному часовому розрізі.

Вибір методіки обробки визначається якістю сейсмічних матеріалів, системою спостережень та наявним програмним забезпеченням. Обробка сейсмічних матеріалів широкого профілю включає отримання часових розрізів СГТ на кожній лінії, далі сумування однойменних трас різних ліній з нульовим часовим зсувом і з заданими часовими затримками за допомогою комплексу програм СОРС. На часових розрізах повного хвильового поля видно, що сейсмічний запис ускладнений великою кількістю хвиль з різними позірними швидкостями, різної інтенсивності і протяжності.

В Бориславсько-Покутській зоні сумарні часові розрізи отримані шляхом сумування з нульовим часовим зсувом декількох розрізів СГТ, як правило гірше, ніж часові розрізи на окремих лініях. Руйнування регулярних хвиль на сумарному часовому розрізі пояснюється складністю глибинної будови, внаслідок чого

відбувається несинфазне складання сейсмічних сигналів від одних і тих же горизонтів. Результати аналізу на поперечних напрямках свідчать, що повні хвильові поля складаються з хвиль, які розрізняються за напрямками їх приходу до лінії профілю.

Для покращання впорядкованості сейсмічного запису, ослаблення нерегулярних та регулярних хвиль-завади застосовувався комплекс програм різночасового сумування сигналів (СОРС).

Обробка сейсмічних матеріалів за програмами СОРС проводилась з метою розподілу сейсмічних хвиль за кутами виходу, поліпшення стеження за відбитими хвилями від основних відбиваючих елементів розрізу, селекції хвиль за позірними швидкостями і напрямками їх приходу. Це дало можливість частково відсіяти хвиль-завади, визначити напрям приходу хвиль до лінії профілю (рис 1). Співставлення часових розрізів СГТ і СОРС на однойменних профілях свідчить про те, що часові розрізи, отримані із застосуванням різночасового сумування, більш інформативні порівняно з сумами СГТ на окремих лініях, нерегулярний фон значно менший, краще простежуються осі синфазності відбитих хвиль.

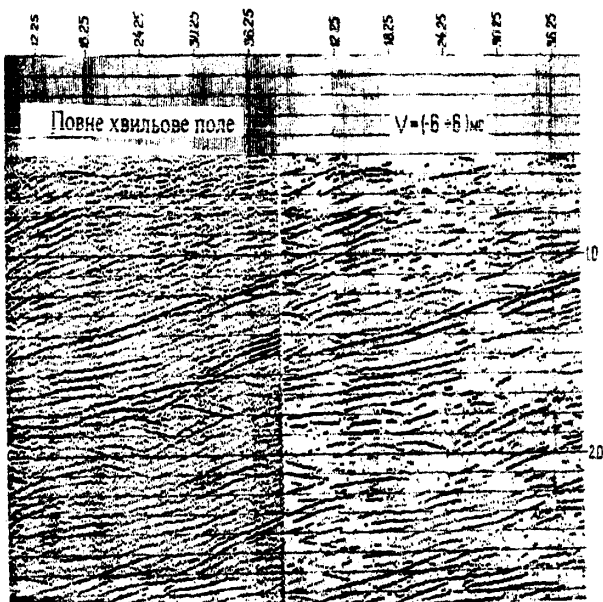


Рисунок 1 – Профіль 2_Б^{ШП} 5486. Співставлення числових розрізів, отриманих в результаті обробки за комплексом програм СОРС

Крім того, при поздовжньо-непоздовжньому профілюванні по 4-х лініях (ШП) з метою розшифровки складної хвильової картини, зареєстрованої на профілях, проводилася селекція відбитих хвиль за позірними швидкостями по напрямках, ортогональних до лінії профілю. Аналізуючи такі часові розрізи, було встановлено, що відбиті хвилі, які ототожнюються з еоценовими відкладами глибинних складок, приходять, в основному, до лінії профілю в одній вертикальній площині.

Сейсмічні профілі, відроблені методикою непоздовжнього профілювання, оброблялись за

програмами сумування за СГТ (PLAN, INLX, MINS). В результаті застосування таких програм поліпшилась динамічна виразність часових розрізів, здійснювався розподіл хвильового поля за позірними швидкостями (масив регулярних хвиль і хвиль перешкод).

В Бориславсько-Покутській зоні мають місце значні перевищення точок вибуху над лінією приведення (до 800 м). В таких умовах при розрахунку поправок за вибух враховується зміна середньої швидкості в корінних породах в залежності від положення точки вибуху над лінією приведення. Для цього на основі даних сейсмокаротажу свердловин будувалися графіки зміни середньої швидкості як функції перевищення точок вибуху над лінією приведення. На основі графіків швидкостей розраховувались криві поправок за вибух як функція перевищення точки вибуху над лінією приведення. Статичні поправки за вибух розраховувались за формулою

$$\Delta t_{\text{в}} = \frac{\Delta H - h_{\text{св}}}{Y_{\text{ср.кор}}},$$

де ΔH – перевищення точки вибуху над лінією приведення; $h_{\text{св}}$ – глибина вибухової свердловини; $Y_{\text{ср.кор}}$ – середня швидкість в корінних породах.

Поправка за прийом дорівнювала:

$$\Delta t_{\text{пр}} = \Delta t_{\text{в}} + t_{\text{вер}},$$

де $t_{\text{вер}}$ – вертикальний час.

Введенням поканальних статичних поправок часи пробігу відбитих хвиль приводилися до лінії приведення.

Аналіз достовірності структурних побудов за часовими і глибинними сейсмічними розрізами, заданими ВСП, свідчить, що в межах Бориславсько-Покутської зони відбиті хвилі реєструються від границь в товщі флішевих відкладів, які відрізняються від вмшуючих їх порід своїми акустичними властивостями. У зв'язку з сильною роздрібненістю і перем'ятістю розрізу акустична виразність цих границь сильно змінюється по площі. Тому часто при побудові умовних сейсмічних горизонтів, прив'язаних до покрівлі еоценових відкладів, приходиться орієнтуватися не тільки на поведінку відбитих хвиль, які характеризують залягання товщі еоцену, але й на інформацію з відкладів олігоцену.

Загалом сейсморозвідувальні роботи, що проводилися у південно-східній частині Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину на протязі 70-х, 80-х і 90-х років, вирішували окремі геологічні завдання пошуку і розвідки нафтогазоперспективних об'єктів, але загальна їх інформативність була невисокою. Це зумовлено, як зазначалось вище, надзвичайно складними сейсмо-геологічними умовами території і неадекватним до цих умов вибором методико-технологічних засобів проведення сейсморозвідувальних робіт.

Для підвищення достовірності структурних побудов і прогнозу пасток вуглеводнів в складних сейсмогеологічних умовах Бориславсько-Покутської зони необхідно збільшити співвідношення сигнал/завада в 2-3 рази. Вирішення цього методичного завдання пов'язане з удосконаленням методики польових робіт: збільшенням кількості ліній широкого профілю і кратності спостережень, збільшення прийомної апертури до 3-4 км з одночасним зменшенням кроку спостережень, застосуванням програм обробки, які покращують якість часового розрізу.

Це можливо реалізувати шляхом застосування багатоканальних телеметричних сейсмостанцій і дотримання оптимальних умов збудження сейсмічних коливань.

Література

1. Е.И.Сагалова, Д.Н.Ляшук. Об оценке эффективности систем широкого профиля // Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Львов: Вш. шк., Изд-во при Львов. ун-те, 1986. – Вып. 23. – С.104-112.

2. Д.Н.Ляшук, Е.И.Сагалова, И.В.Гук. О системах ортогонального профилирования с пропусками интервалов наблюдения // Нефть. и газ. пром-сть. – 1985. – №3. – С. 22-24.

3. Эффективность применения систем площадных сейсмических наблюдений в Западноукраинской нефтегазоносной области // Сборник научных трудов. – Львов: УкрНИГРИ, 1987. – С. 34-40.

4. В.А.Дядюра, Н.Т.Турчаненко, Н.К.Кившик и др. Обработка сейсмической информации на ЭВМ – К.: Техника, 1980. – 182 с.

УДК 550.837.21

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЗОНДУВАННЯ СТАНОВЛЕННЯМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ В БЛИЖНІЙ ЗОНІ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ РОЗРІЗУ

В.Д.Чебан

*Західно-українська геофізична розвідувальна експедиція ДГП "Укргеофізика", 79000, Львів,
вул. Д.Апостола, 9а, тел. (0322) 672631, e-mail: zugre@is.lviv.ua*

В.І.Шамотко, С.А.Дешиця

*Карпатське відділення Інституту геофізики НАН України, 79000, Львів, вул. Наукова, 3,
тел. (0322) 648563*

Приводятся результаты исследовательско-методических работ по использованию электроразведки методом зондирования установкой электромагнитного поля в ближней зоне для изучения верхней части разреза на примере сдвигов. Показана высокая эффективность метода зондирования установкой электромагнитного поля в ближней зоне в сравнении с методом вертикальных электрических зондирований при изучении слабоконтрастных приповерхностных геоэлектрических разрезов. Дана характеристика разработанной аппаратуры для проведения высокопродуктивных натурных наблюдений методом зондирования установкой электромагнитного поля в ближней зоне – "Стадия-М".

The results of research-methodical works with application of electrical exploration by sounding with adjustment of electrical field within nearest zone for the studies of the upper part of the section with using the landslides as examples are given. The high effectiveness of the sounding method is shown by adjustment of the electromagnetic field within nearest zone comparatively with method of vertical electro sounding by studies of low contrast subsurface geoelectrical sections. Characteristic of developed equipment "Stadia-M" for high quality natural research works conducting by the methods of sounding with adjustment of the electromagnetic field in nearest zone is presented.

Знання про геологічну будову та фізичні властивості порід, що складають верхню частину розрізу (ВЧР), мають суттєве значення для врахування поправок при побудові часових розрізів в сейсморозвідці на нафту і газ. Не менш важливо знати особливості будови приповерхневої частини розрізів з огляду на вплив небезпечних екзогенних геологічних процесів на функціонування магістральних нафтогазопроводів, добувних комплексів в межах нафтогазопромислів, комунікацій та інших об'єктів.

Одними з таких найбільш масових і небезпечних явищ є зсуви, для вивчення яких Західно-українською геофізичною розвідувальною експедицією (ЗУГРЕ) спільно з Карпатським відділенням Інституту геофізики ім. С.І.Суботіна НАНУ (КВ ІГФ) вперше застосовано метод зондування становленням електромагнітного поля в ближній зоні (ЗСБ).

Застосування методу ЗСБ для вивчення ВЧР стало можливим лише недавно завдяки розробці швидкодіючих апаратурних засобів,