

УДК 550.834:622.12

ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ МОГТ ПО МЕТОДУ ПРОСВЕЧИВАНИЯ ОТРАЖЕННЫМИ ВОЛНАМИ

Тиркель И. М., Трофимов В. В., Бородин Д. С.
(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Обґрунтовано використання даних МВХ для прогнозу тектонічних порушень вугільних пластів методом сейсмічної томографії, що може бути основою для розроблення сучасних ефективних методів сейсмічного прогнозу.

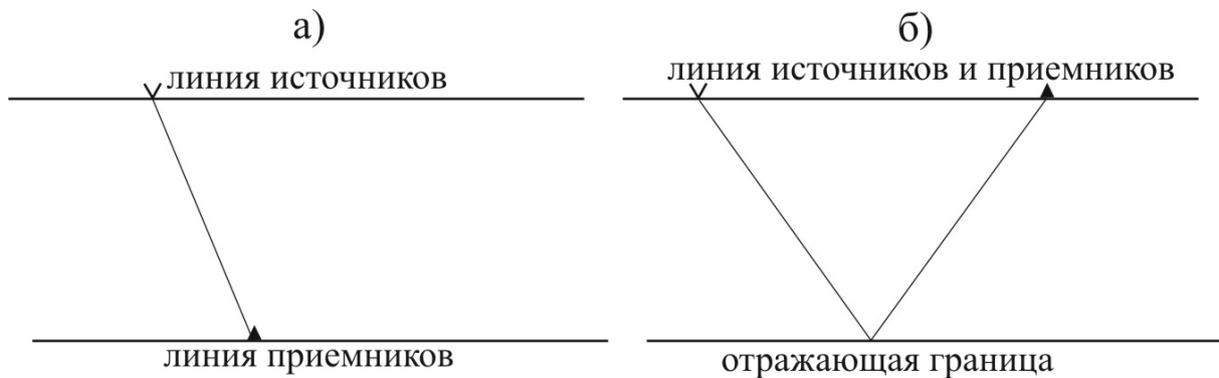
Feasibility of the use of seismic reflection data to predict tectonic faults in coal seams based on seismic tomography is demonstrated. This can be a ground for development of modern efficient methods of prediction based on seismic data.

В результате обработки и интерпретации материалов сейсморазведки методом общей глубинной точки (ОГТ) выделяются отражающие границы. Однако набор отраженных волн содержит информацию о неоднородностях, расположенных в массиве между отражающей границей и поверхностью сейсмических наблюдений. Эти зоны призвана выявить специально разработанная схема обработки, которая позволяет использовать отраженные волны для просвечивания толщи пород.

Отличие методов заключается в форме сейсмических лучей. В методе сейсмического просвечивания (МСП) – это отрезки прямых линий (в пределах допустимой точности), в методе ОГТ – это ломаные линии, которые соответствуют лучам падающих на границу волн и лучам отраженных от этой границы волн (рис. 1 а). Соответственно схема расчета в МСП основана на использовании отрезков прямых линий, координаты начала и конца которых совпадают с координатами точек возбуждения и приема сейсмических волн. Существуют способы отражательной томо-

графіи, в которых точки возбуждения заменяются точками мнимых источников, при этом ломаный луч отраженной волны трансформируется в прямой луч [1, 2]. По кинематике схема с мнимыми источниками идентична схеме в МСП (рис. 1 б). При этом возникают трудности обработки и интерпретации, т.к. часть пути волны до отражения представлена в мнимом пространстве.

Предлагается другой способ трансформации данных МОГТ в данные МСП, который по сравнению с предыдущим не содержит этот недостаток и является простым для слабонаклонных отражающих границ. В основе этого лежат два положения: первое связано с технологией расчета параметров сейсмических волн, второе связано с идеей общей глубинной точки (площадки при наклонной границе). Для горизонтальных и слабонаклонных отражающих границ луч отраженной волны является симметричным относительно нормали к границе, проведенной из срединной точки на линии наблюдения (точка равноудаленная от источника и приемника). Для отражающих границ, расположенных под углом более 10° условие симметрии нарушается и модель этого метода даёт очевидную погрешность.



- а) в МСП;
- б) в ОГТ.

Рис. 1. Форма сейсмического луча

В процессе расчета параметров проходящих волн объект просвечивания разбивается на ячейки, и каждый проходящий луч воспроизводится один раз. Рассмотрим ситуацию, в которой луч отраженной волны пересекает N ячеек (рис. 2). Часть луча отра-

женной волны от источника до точки отражения пересекает $N/2$ ячеек, другая часть луча от точки отражения до приемника пересекает $N/2$ ячеек. Если запись отраженной волны продублировать, условно сопоставив каждой копии одну из частей луча отраженной волны, до точки отражения и после точки отражения, то в процессе обработки луч отраженной волны будет воспроизведен N раз, что соответствует реальной, а не условной геометрии наблюдений.

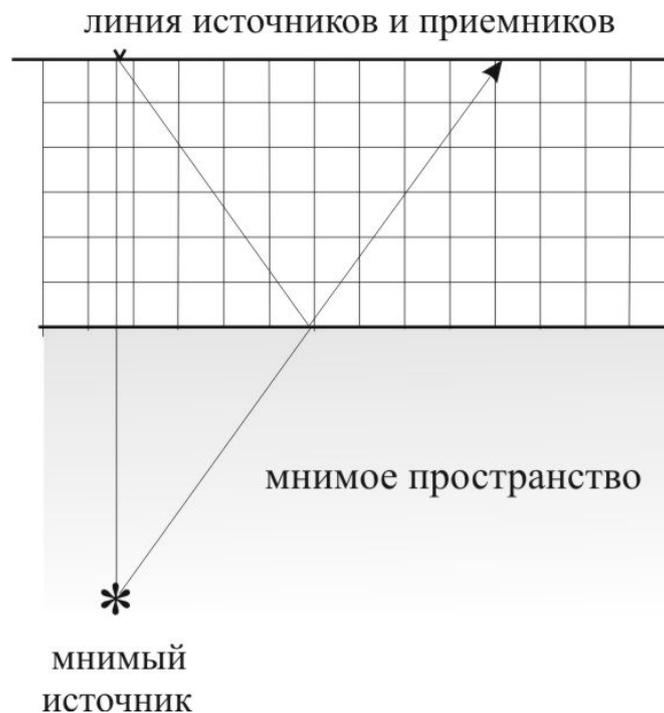


Рис. 2. Трансформация луча отраженной волны в мнимый луч

Причем эти две части луча являются прямыми. Каждую из частей условно можно считать лучом проходящей волны, которая сформировалась в точке отражения на границе, а зарегистрирована на линии наблюдений в точках приема и возбуждения (точки возбуждения условно трансформируются в точки приема) сейсмических волн. Такое представление является физически обоснованным, так как согласно принципу Гюйгенса, каждую точку волнового фронта можно считать источником вторичной волны, а согласно принципу взаимности - время распространения волны

не измениться, если поменять местами источник и приемник волны.

Таким образом, луч отраженной волны путем дублирования записи волны условно разбивается на два луча проходящих волн. Для слабонаклонных границ длину этих лучей можно считать равной в пределах допустимой точности. Длина каждого из лучей равна (в пределах точности) половине длины луча отраженной волны, поэтому реальная скорость распространения волн трансформируется в условную скорость, которая в два раза меньше реальной.

Для обработки данных методом отражённых волн (МОВ), трансформированных выше описанным способом, без изменений подходит система обработки данных МСП. На вход обрабатывающей системы МСП подаются сейсмограммы проходящих волн с общей точкой возбуждения. Так как условной точкой возбуждения в трансформированных проходящих лучах являются точки отражения реальных волн, то в качестве исходных сейсмограмм необходимо использовать сейсмограммы ОГТ (общих глубинных точек). Каждая сейсмограмма ОГТ является группой записей волн, у которых координаты средних точек между источником и приемником совпадают (рис. 3). Для слабонаклонных отражающих границ все точки отражения в сейсмограмме ОГТ находятся в пределах узкой площадки, которая в сейморазведке называется ОГП (общая глубинная площадка) или в одной точке.

Процесс подготовки данных МОВ для обрабатывающей системы МСП выполняется средствами обрабатывающей системы МОВ и состоит из следующих этапов.

1. Выбирается отражающая граница, над которой располагается объект просвечивания. Граница должна уверенно проследиваться на разрезах предварительной обработки МОВ.

2. По исходным записям волн формируются сейсмограммы ОГТ способом перегруппирования сейсмических каналов. При этом исходные сейсмозаписи обрабатываются на «открытом» канале. Сейсмограммы ОГТ условно относятся к сейсмограммам ОПВ (общего пункта возбуждения) В качестве общих точек возбуждения условных сейсмограмм ОПВ принимаются общие точки отражения (ОГТ) реальных сейсмограмм ОГТ.

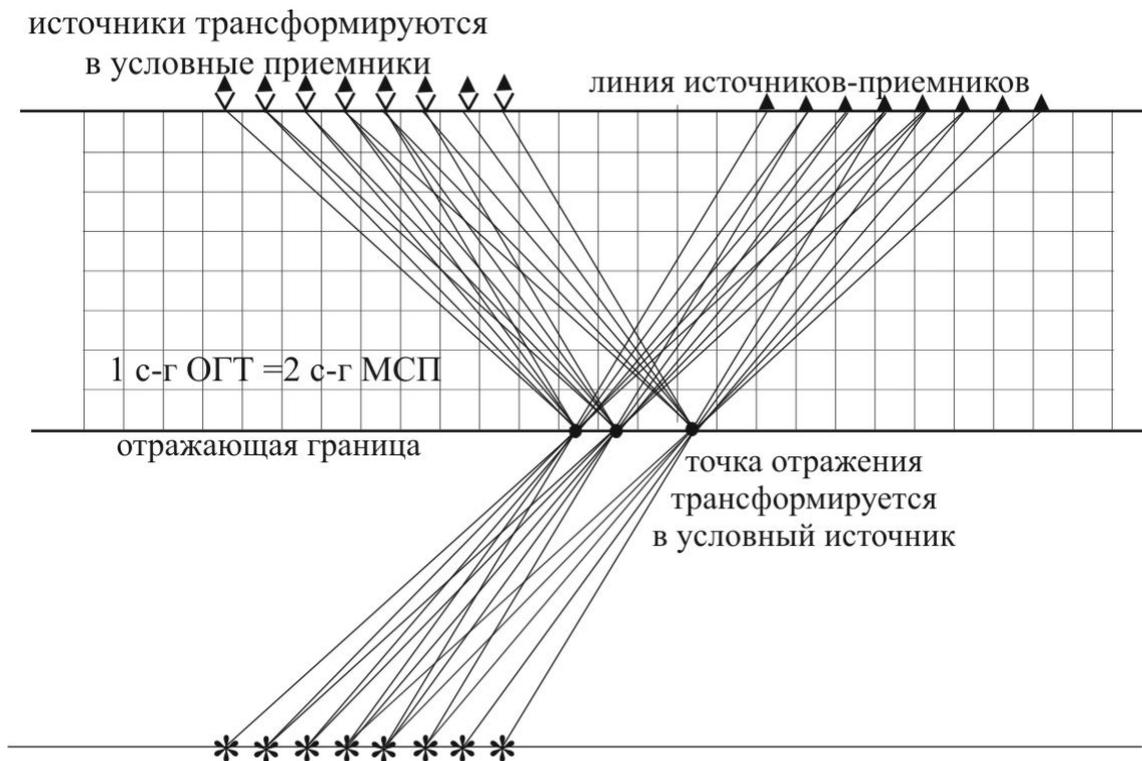


Рис. 3. Трансформация сейсмических лучей отраженных волн в сейсмические лучи проходящих волн

3. Каждая сейсмограмма ОГТ дублируется. Первая копия условно представляет волну, проходящую между реальным источником и точкой отражения, вторая копия условно представляет волну, проходящую между точкой отражения и реальной точкой приема.

4. Схема расположения условных источников и условных приемников изображается в плоскости, вертикально секущей толщу пород и проходящей через профиль сейсмических наблюдений.

5. Условные сейсмограммы ОПВ переводятся в формат обрабатывающей системы МСП.

На этапе предварительной обработки данных выполняется визуальный анализ волнового поля по выводу сейсмограмм ОГТ, исправляется полярность отдельных трасс, отбраковываются трассы, являющиеся неинформативными.

При вычислении скоростей в массиве горных пород, в заданном интервале, обрабатываются и анализируются все сейсми-

ческие лучи. При этом учитывается длина лучей, угол наклона и ориентация сейсмоприемников. Скорости вычисляются по максимуму модуля амплитуды волнового пакета.

Производится нормировка сейсмотрасс, вводятся временные задержки и учет поканальных коэффициентов усиления.

На этапе основной обработки данных выполняется формирование паспорта профиля исследований и расчет обобщенного скоростного спектра.

Так как на обобщенном скоростном спектре доминирующим является пакет соответствующий прямой волне распространяющейся по поверхностному слою от источника к приемнику, скоростные окна выбираются визуально по сейсмограммам ОГТ.

Далее выполняется следующие процедуры:

- расчет обобщенного амплитудного спектра;
- полосовая фильтрация в заданной полосе частот для устранения нерегулярных помех;
- мьютинг сейсмосаписей;
- расчет параметров волнового поля в трех скоростных окнах;
- расчет комплексных параметров волнового поля;
- статистическая обработка рассчитанных значений параметров;
- распределение параметров в плоскости исследуемого участка массива горных пород;
- расчет поправок за расстояние;
- томографическое восстановление поля параметров в плоскости исследуемого участка;
- выделение аномальных зон.

В результате анализа волновой картины по материалам вывода сейсмограмм можно выделить три волновых пакета проходящих волн, распространяющихся в массиве горных пород и характеризующие их упругие параметры: волна, распространяющаяся по поверхностному слою от реального источника к приемникам; регулярная волна-помеха; волна, падающая и отраженная от выбранного отражающего горизонта.

В выбранных скоростных окнах рассчитываются кинематические, динамические и спектральные параметры волнового поля.

Для каждой сейсмотрассы в заданных скоростных окнах рассчитываются следующие параметры: максимум модуля амплитуды; длительность сигнала; характерная скорость сигнала; характерная частота в спектре сигнала; ширина спектра сигнала; отношение характерной скорости к характерной частоте сигнала.

При обработке материалов возможно применение полосовых фильтров, имеющих различную крутизну, ширину, добротность, что позволяет выбрать оптимальную полосу фильтрации, с использованием которой проводится дальнейшая обработка материалов.

Зоны тектонических нарушений прогнозируются при уменьшении скорости упругих волн (при подходе к зоне скорости обычно возрастают), уменьшении амплитуды сигналов, вплоть до их полного исчезновения, снижении частоты.

Для сброса характерны следующие изменения параметров:

- падение амплитуды пропорционально ширине зоны трещиноватости и степени изменения физико-механических свойств вблизи сместителя;
- изменение скорости пропорционально тем же параметрам;
- понижение частоты со стороны лежащего крыла.

Чем больше глубина, тем меньше степень отклонения от фона (при равных размерах нарушения).

Зоны повышенной *трещиноватости* определяются по уменьшению скорости сигнала (неустойчивый параметр), по уменьшению амплитуды сигналов, уменьшению частоты, увеличению ширины частотного спектра, увеличению длительности сигналов.

Зоны *ослабленных* пород определяются по небольшому уменьшению скорости и мозаичному характеру амплитуды сигналов.

Для указанного взаимного расположения отражающих границ и поверхности сейсмических наблюдений съёмка, выполненная методом ОГТ, содержит дополнительную информацию о структурах в массиве, не выделяемых при стандартном графе обработки. Данная статья призвана показать важность разработки дополнительных практических процедур анализа сейсмических записей на примере метода «псевдопросвечивания». Очевидная

прикладная и экономическая составляющие разработки подобных математических аппаратов делают, по мнению авторов, это направление исследований перспективным для задач, решаемых в Донбассе.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Тиркель М. Г., Глухов А. А. Томография на отраженных волнах при сейсмическом прогнозе строения горного массива // Зб. наук. праць «Проблеми гірського тиску». — Донецк : ДонНТУ, 2004. — № 12. — С. 14—25.
2. Тиркель М. Г. О границах применения наземной сейсморазведки для прогноза аномалий залегания угольных пластов на основе анализа волн, отраженных от ниже залегающих горизонтов // Зб. наук. праць «Проблеми гірського тиску». — Донецк : ДонНТУ, 2005. — № 13. — С. 102—120.