

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НАЗЕМНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Розглянуто особливості обробки даних наземної сейсморозвідки при дослідженні тектонічної порушеності вугільних пластів на прикладі обробки матеріалів на ділянці поля шахти «Краснолиманська». Досвід показує, що найбільш ефективним є режим обробки з використанням мінімального набору простих програм. При цьому достовірність виділення зон малоамплітудних тектонічних порушень підвищується.

FEATURES OF DATA PROCESSING GROUND SEISMIC PROSPECTING OF THE TECTONIC DISTURBANCE OF COAL LAYERS

Features of data processing of ground seismic prospecting are considered at research of a tectonic disturbance of coal layers on an example of processing of materials on a site of a field of mine «Krasnolymanska». Experience shows, that the most effective is the mode of processing with use of the minimal set of simple programs. Thus reliability of allocation of zones of low-amplitude tectonic disturbance raises.

Исследование тектонической нарушенности угольных пластов с высокой степенью детальности перед непосредственным проведением горных работ остается актуальной задачей, несмотря на хорошую изученность тектонического строения массива на этапе разведки и доразведки угольных месторождений. Основной метод изучения тектоники угольного массива, геологические построения, обеспечивает низкую детальность модели среды, т.к. минимальный размер выявляемых структурных элементов больше 10-15 м [1]. Более точную и полную картину тектонического строения массива дает наземная сейсморазведка, которая в большом объеме применялась на этапе доразведки угольных месторождений Донбасса и других угольных бассейнов [2,3]. Разработаны эффективные методики полевых наблюдений и обработки материалов для выявления малоамплитудных тектонических нарушений [3-5].

При всем разнообразии методов есть общие черты, характеризующие наземную сейсморазведку при исследовании тектонической нарушенности угольных месторождений. Сейсморазведкой изучается угленосная толща в целом, работы проводятся на больших площадях, используются в основном мощные источники сейсмических волн, которые обеспечивают уверенное выделение целевых волн на фоне помех. Анализ таких волн программами динамического анализа волнового поля дает хорошие результаты при выявлении зон тектонических нарушений с амплитудой смещения не менее 10 м. Достоверность картины тектонической нарушенности определяется заверочным бурением одиночных скважин, а горные работы на исследованных

площадях начинают проводиться через несколько лет. Таким образом, в полном объеме достоверность выделенных тектонических нарушений не изучается.

Несмотря на большие успехи, которых уже добилась наземная сейсморазведка при изучении тектонической нарушенности угольных месторождений, остаются неизученными тип и характер залегания тектонических нарушений с амплитудой смещения более 10 м, а также мелкоамплитудные тектонические нарушения с амплитудами смещения порядка нескольких метров, которые как раз волнуют специалистов шахт при планировании горных работ. Такие задачи успешно решаются подземной сейсморазведкой, но у этого метода есть ограничения по глубинности вдоль пласта (400 м) и особые требования к размещению профилей сейсмических наблюдений (в горных выработках достаточной протяженности). В труднодоступных участках проведение подземных сейсморазведочных работ невозможно. В последнее время в связи с отработкой самых удобных участков угольных пластов, шахты Донбасса начали осваивать более сложные в горно-геологическом отношении и опасные по газовыделению участки шахтных полей.

Решать задачи, типичные для шахтной сейсморазведки, методами наземной сейсмики начали решать специалисты по шахтной геофизике УкрНИМИ в Донбассе несколько лет назад. Отличительными особенностями такого подхода являются цели работ и особенности обработки данных и интерпретации результатов. С целью оперативного прогноза тектонической нарушенности необходимо выявлять тектонические нарушения на уровне конкретного угольного пласта, как правило, перед непосредственным проведением горных работ. Прогноз проверяется горными работами в течение нескольких месяцев.

Объектом исследований являются угольные пласты, залегающие в диапазоне глубин 300 – 1300 м. Угленосная толща, как правило, перекрыта рыхлыми выветренными отложениями и представлена чередованием песчаников, песчаных и глинистых сланцев, маломощных (до двух метров) известняков и углей. Небольшие по мощности угольные пласты являются прозрачными для сейсмических волн рабочей частоты. Отражение волн происходит на жестких акустических границах между сланцами и песчаниками достаточной мощности (15 – 30 м). Единственной возможностью получить информацию о тектонических нарушениях угольных пластов является исследование нарушенности ближайших к ним песчаников с последующей интерполяцией положения тектонических нарушений на уровень угольного пласта.

В угленосной толще с характерным для данного участка исследований чередованием пластов пород, различающихся по акустическим свойствам, формируется поле отраженных волн с особым рисунком. Совместный анализ волнового поля и геологических разрезов скважин позволяет идентифицировать волны, отраженные от песчаников, ближайших к исследуемым угольным пластам. С целью лучшего совпадения глубинного сейсмического и геологического разрезов проводится многократное уточнение скоростной модели среды.

Для повышения разрешающей способности сейсморазведки волны возбуждаются ударами кувалды по металлической подложке с последующим накоплением при регистрации, если глубина залегания угольного пласта не превышает 500 – 700 м. При этом повышается доля высокочастотной составляющей волнового поля по сравнению с возбуждением мощными источниками, но значительно уменьшается отношение сигнал-помеха. Для успешного выделения и обработки таких слабых сигналов наиболее эффективным является метод общей глубинной точки (МОГТ).

При обработке материалов полевых наблюдений основной задачей является выделение целевых отраженных волн и признаков тектонической нарушенности на разрезах МОГТ. В целом обработка данных проводится в рамках общего подхода, разработанного в традиционной сейсморазведке отраженными волнами. Но наземная сейсморазведка тектонической нарушенности угольных пластов сталкивается с определенными ограничениями и решает специфические задачи, которые определяют общие особенности обработки.

Во-первых, полевая съемка проводится на шахтных полях, на которых, как правило, расположены различные промышленные объекты, транспортные магистрали, сельскохозяйственные угодья, которые препятствуют расположению профилей наблюдения, ограничивают их длину и создают акустические и электрические помехи. В результате негде развернуть полноценный профиль МОГТ, поэтому диапазон удалений источник – приемник не является оптимальным для прослеживания отраженных волн в чистой зоне, свободной от звуковых и поверхностных волн. Эти регулярные помехи намного превышают интенсивность полезных волн и не затухают практически до конца времени регистрации записи, так что их приходится вырезать на стадии редактирования записей. Часто обрезаются интенсивные преломленные волны в начале записи, так что на сейсмограммах ОПВ остается треугольная область, заданная линиями прямого и обратного мьютинга. На коротких трассах разной длины неэффективно работают многие обрабатывающие программы, выполняющие преобразование сейсмических записей на достаточно длительных стационарных интервалах прослеживания.

Во-вторых, объект исследования является геологически неоднородным и нередко осложняется обработанным пространством вышелегающих угольных пластов. Сама задача выделения зон мелкоамплитудных (порядка нескольких метров) тектонических нарушений пластов, залегающих на глубинах до 1000-1300 м, требует особо тщательной обработки и интерпретации в длительном итеративном процессе повышения достоверности разрезов ОГТ. К сожалению, этот процесс пока невозможно автоматизировать, т.к. каждый участок исследований является уникальным и требует глубокого изучения всей априорной информации, а успешность прогноза зависит от опыта и интуиции интерпретатора.

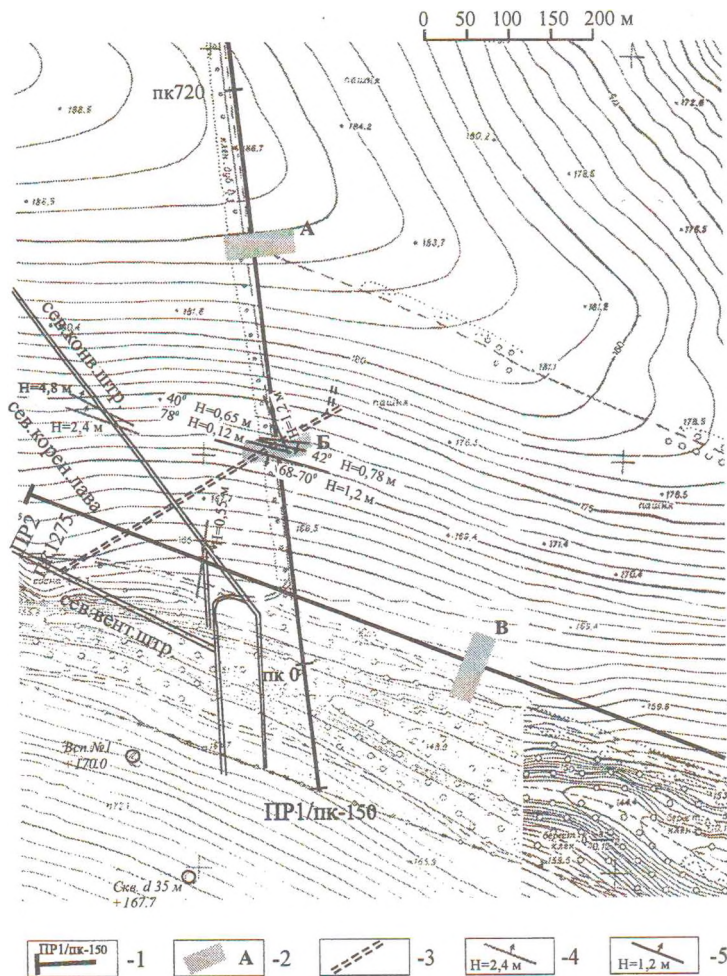
В-третьих, сейсмические исследования угольных пластов относятся к сейсморазведке малых глубин, а также затрагивают самый верхний интервал глубин, изучаемый традиционной сейсморазведкой. Особенности этого направления сейсморазведки хорошо известны [6]. Для обработки важной особенностью является высокий, по сравнению с полезными волнами, уровень помех при возбуждении волн слабыми источниками. Основной помехой являются регулярные низко – и среднескоростные волны разной природы. Для подавления этих регулярных помех и выделения слабых полезных отраженных волн можно использовать мощные режекторные и пропускные фильтры в двухмерной частотно-волновой области, программы когерентного суммирования, программы вычитания кратных волн. Причем, высокий уровень помех вынуждает использовать жесткие параметры подавления и выделения.

При этом временные разрезы становятся более выразительными, но сейсмические границы искусственно сглаживаются, могут появиться ложные признаки тектонической нарушенности. Все это затрудняет, а иногда делает невозможным решение основной задачи – выделение зон тектонических нарушений угольных пластов на разрезах ОГТ. Поэтому приходится отказываться от таких обрабатывающих программ, или использовать их с очень мягкими параметрами подавления и выделения волн. Желание максимально сохранить полезную информацию в волновом поле заставляет также отказываться от программ автоматической регулировки амплитуд сейсмических записей.

Для обработки слабых, неуверенно коррелируемых сигналов не подходят также и программы динамического анализа волнового поля, которые с успехом применяются для выделения тектонических нарушений на этапе детальной обработки материалов региональных сейсмических исследований.

Опыт обработки данных наземной сейсморазведки для выделения малоамплитудных тектонических нарушений угольных пластов показывает, что наиболее эффективным является более щадящий и простой по отношению к исходному волновому полю граф обработки с переносом задачи выделения помех на этап интерпретации.

Успешное применение такого подхода показано на примере исследования тектонической нарушенности угольного пласта m_4^2 на шахте «Краснолиманская» на участке поля ниже северной коренной лавы (рис. 1). Угольный пласт на участке исследования расположен висячем крыле Центрального надвига ($H=240-400$ м) на глубине 500-600 м и осложнен оперяющими разрывными нарушениями, а также малоамплитудными тектоническими нарушениями. Эти нарушения ($H= 0,2-2,2$ м), вскрытые горными работами в северной коренной лаве, образуют сближенные минигорстовые или миниграбеновые структуры. В целом, являясь «узлами» мелкоамплитудной нарушенности такие нарушения нередко сопровождаются зонами ослабленных пород, достигающими ширины 10 – 20 м.



1- сейсмический профиль наблюдений; 2- положение тектонических нарушений на уровне пласта m_4^2 по результатам сейсмических исследований; 3- горные выработки, пройденные после проведения сейсмических исследований; 4- тектонические нарушения, встреченные при отработке пласта m_4^2 , до проведения сейсморазведки; 5- тектонические нарушения, встреченные при отработке пласта m_4^2 , после проведения сейсморазведки

Рис.1 - Результаты наземной сейсморазведки на шахте "Краснолиманская"

Зона тектонической нарушенности Б, выделенная на глубинном разрезе МОГТ (рис. 2), точно совпала с серией тектонических нарушений с амплитудами от 0,65 до 1,2 м, вскрытых горными работами через несколько месяцев после проведения сейсмических исследований (см. рис. 1). Зона А горными работами еще не вскрывалась.

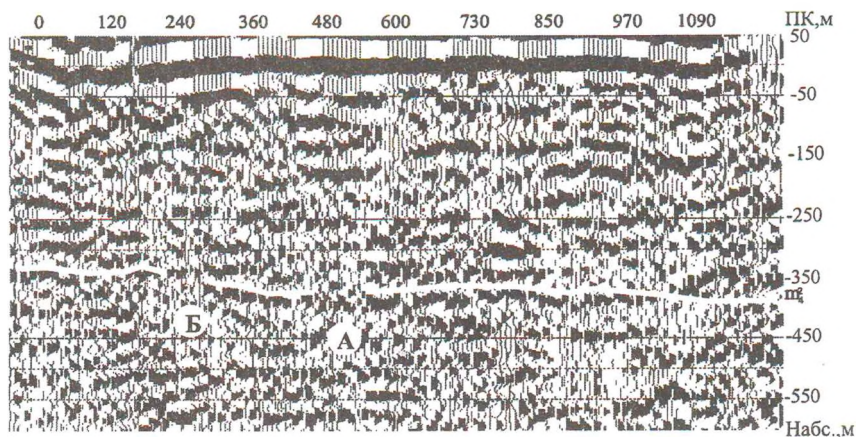


Рис. 2 – Глубинный сейсмический разрез МОГТ на участке поля шахты «Краснолиманская»

Таким образом, оперативный прогноз мелкоамплитудной тектонической нарушенности угольных пластов методом наземной сейсморазведки требует особого подхода, который включает в себя тщательный анализ волнового поля, использование всей доступной геологической информации, щадящий режим обработки по возможности минимальным набором простых обрабатывающих программ. При этом повышается достоверность выделения зон мелкоамплитудных тектонических нарушений угольных пластов на разрезах ОГТ, несмотря на то, что теряется их внешняя выразительность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Твердохлебов В.Ф., Очеретенко И.А. Методы изучения тектоники в процессе разведки угольных месторождений // Методы изучения тектоники угольных месторождений в процессе разведки и эксплуатации – М.: Недра, 1981. - С. 7-14.
2. Полшков М.К., Зайченко В.Ю., Козельский И.Т. и др. Изучение геофизическими методами дизъюнктивной малоамплитудной тектоники угольных месторождений СССР и стран СЭВ // Методы изучения тектоники угольных месторождений в процессе разведки и эксплуатации – М.: Недра, 1981. - С. 106-113.
3. Хохлов М.Т., Харитонов О.М., Трифонов П.Г. и др. Многоволновые сейсмические исследования угольных месторождений Донбасса. – К.: Наукова думка, 1990. – 132 с.
4. Зайченко В.Ю., Козельский И.Т., Кайтуков В.М. и др. Теоретические основы и методика детальных сейсмических исследований с целью выявления малоамплитудных дизъюнктивных нарушений. // Методы изучения тектоники угольных месторождений в процессе разведки и эксплуатации – М.: Недра, 1981.- С. 120-136.
5. Козельский И.Т., Малыхина В.Т. Методика цифровой обработки данных угольной сейсморазведки. // Методы изучения тектоники угольных месторождений в процессе разведки и эксплуатации – М.: Недра, 1981. - С. 147-150.
6. Палагин В.В., Попов А.Я., Дик П.И. Сейсморазведка малых глубин. – М.: Недра, 1989. – 210 с.