

Е. И. ГАЛЬПЕРИН

ПОЛЯРНО-ПОЗИЦИОННАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

(Представлено академиком М. А. Садовским 27 III 1975)

Эффективность сейсмических исследований в настоящее время, как и на всех предыдущих этапах развития, определяется и ограничивается в первую очередь возможностями анализа сложных волновых полей, характерных для реальных сред. Поэтому основной тенденцией развития сейсмической разведки является непрерывное совершенствование способов анализа волновых полей путем все большего упрощения волнового поля для выделения на сейсмограммах полезных волн на фоне различного рода помех. Главное средство при этом — селекция волн по некоторым параметрам, характеризующим волновое поле. Частотная селекция волн привела в 30-х годах к развитию метода отраженных волн, который сделал сейсмические исследования основным методом геофизических исследований на нефть и газ. Селекция волн по направлению распространения со все более избирательными системами наблюдений (группирование, РНП) длительное время обеспечивала эффективность сейсморазведки. Применение в последние годы сложных интерференционных систем наблюдений с накоплением сигналов (метод ОГТ) позволило увеличить глубинность исследований.

Однако эффективность изучения сложнопостроенных сред остается крайне низкой и ее повышение — одна из основных задач сейсморазведки. Разработанный в последние годы в Институте физики Земли способ полярно-позиционной корреляции открывает принципиально новые возможности.

Современная сейсмическая разведка основана на схеме «линия — плоскость». Вдоль линии (чаще всего прямой) ведут наблюдения и различными способами интерференционного приема выделяют и прослеживают волны. В плоскости (чаще всего вертикальной) производят двумерную интерпретацию и построение разрезов. Пространственный (трехмерный) анализ волновых полей практически не выполняется. В то же время все задачи сейсморазведки, как прямые, так и обратные, по существу являются пространственными.

Пространственность волновых полей определяется двумя группами параметров, связанных с траекторией движения частицы в точке (поляризация колебаний) и траекторией распространения волны в пространстве. Чтобы увеличить эффективность сейсморазведки сложнопостроенных сред, были использованы обе группы параметров, что привело к универсальной схеме «точка — линия — плоскость — пространство». Для решения различных задач в зависимости от их сложности используют не все, а отдельные элементы схемы. Можно думать, что с увеличением возможностей многоканальной регистрации основной схемой изучения сложнопостроенных сред станет «точка — пространство». Такой схеме соответствует комбинирование трехкомпонентных наблюдений в точке и трехмерных наблюдений в пространстве.

На первом этапе работ основное значение придавали анализу траектории движения частиц в точке (поляризации волн), так как этот параметр в сейсмической разведке ранее практически не использовали. Развитые

способы регулируемого направленного приема по направлениям смещений (РНП 1-го рода), основанный на группировании сигналов сейсмоприемников в одной точке, но различным образом ориентированных в пространстве, и способ полярной корреляции, основанный на изучении особенностей записи в зависимости от направления в пространстве составляющей колебаний, позволили изучить поляризацию колебаний в сейсмических волнах, распространяющихся в реальных средах. При этом показано, что, поляризация — очень чувствительный параметр волнового поля и может существенно увеличить эффективность исследований. Кроме того, исследования показали, что традиционно регистрируемая и изучаемая вертикальная составляющая колебаний при изучении сложных волновых полей не имеет преобладающего значения и может быть такой же случайной составляющей, как и любая другая.

Для повышения эффективности изучения сложнопостроенных сред был развит способ полярно-позиционной корреляции (ППК), основанный на прослеживании вдоль линии или плоскости наблюдений не вертикальной и вообще не фиксированной, а какой-то переменной, в каждой точке и для каждой волны своей, оптимальной составляющей, на которой эта волна в данной точке выделяется лучшим образом.

В простых волнах направление оптимальной составляющей совпадает с направлением полного вектора смещения. В сложных волновых полях ориентировка в пространстве оптимальных составляющих в значительной степени зависит от поля помех в данной точке. Поэтому даже при сравнительно незначительных и плавных изменениях направлений смещений в полезной волне ее оптимальная составляющая может менять свою ориентировку в пространстве сильно и резко.

Полярно-позиционная корреляция волн является комбинированием полярной корреляции в каждой точке по признаку поляризации с позиционной корреляцией по признаку направления распространения. Полярно-позиционная корреляция позволяет в каждой точке профиля находить оптимальные составляющие колебаний. Особо следует отметить, что ППК позволяет увеличить отношение сигнал — помеха без потери разрешающей способности, что очень существенно, поскольку увеличиваются разведочные возможности исследований.

Помимо анализа волновых полей, поляризация сейсмических волн дает возможность также получать сведения о среде, в которой распространяются волны. Так, изучение закономерностей изменения направлений смещений частиц среды в первых продольных волнах позволяет независимо определять закономерность изменения скорости с глубиной. При решении отдельных задач возможности таких наблюдений значительно выше, чем у способов, основанных на кинематике волн. Это, в частности, относится к выявлению градиента нарастания скорости с глубиной и определению его значения. Дело в том, что характер изменения скорости здесь определяется не измерением времен пробега, а определением природы регистрируемых волн. Известно, что для выявления рефракции по данным кинематики необходимы протяженные системы сильно перекрывающихся годографов, получение которых связано с большими техническими трудностями. Может быть, поэтому длительное время существовали ошибочные представления о природе волн, регистрируемых в первых вступлениях.

Направления движения позволяют также получать значения истинных скоростей по непродольным вертикальным профилям, чего по непродольным годографам, строго говоря, сделать нельзя. Поляризация волн может стать источником сведений об элементах залегания границ раздела в пространстве.

Методы, основанные на использовании поляризации волн, в течение 4 сезонов опробовались совместно с Казахским филиалом Всесоюзного института разведочной геофизики на рудных месторождениях Центрального Казахстана. Полученные результаты показали целесообразность их

применения при изучении сложнопостроенных сред и в нефтяной геологии. Для этого в 1973—1974 гг. были выполнены исследования на площади Тамань с сильно развитой диапировой тектоникой (совместно с трестом «Краснодарнефтегеофизика»). Здесь был выполнен большой объем сейсмических исследований, однако геологическая эффективность их была практически нулевая. Поэтому, несмотря на большую перспективность Тамани на нефть и газ, сейсмические исследования здесь вот уже почти десять лет не ведутся. Полярно-позиционная корреляция позволила при ВСП выделить отраженные волны, связанные с глубокими границами, что является принципиальной предпосылкой увеличения эффективности исследований.

Накопленный опыт показывает, что полярно-позиционная корреляция открывает принципиально новые возможности изучения сложных волновых полей, что позволяет расширить класс используемых волн и в связи с этим круг решаемых геологических задач как в рудной, так и в нефтяной геологии.

Для дальнейшего развития метода, основанного на использовании поляризации, необходимо количественно изучить влияние на поляризацию сейсмических волн верхней части разреза.

Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта
Академии наук СССР
Москва

Поступило
18 III 1975