Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. /XXVI, 1978 г.

ИЗУЧЕНИЕ ТОНКОЙ СКОРОСТНОЙ СТРУКТУРЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ ГРАНИЦ В МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОДАХ РУДНЫХ РАЙОНОВ

О.В. МИРОШНИКОВА, Ю.Г.ШОПИН

Несмотря на большой объем сейсморазведочных работ в рудных районах все еще слабо освещенным остается вопрос о свойствах сейсмических границ в магматических породах. Сведения о них базируются, главным образом, на результатах интерпретации кинематических характеристик волновых полей, которые дают возможность получить достаточно полное представление о морфологии границ, но очень незначительное – об их детальном скоростном строении. Использование динамических свойств волновых полей сопряжено с известными трудностями из-за неоднозначности соответствия динамических характеристик сейсмических волн определенным типам скоростных моделей границ.

В этом случае наиболее эффективным способом изучения границ оказывается измерение скорости упругих волн в сейсмоакустическом диапазоне частот и плотности пород. Поскольку в рудных районах еще не нашли практического применения акустические методы исследований скважин малого диаметра, важное значение приобретают определения упругих параметров образцов пород, отобранных из обнажений и особенно из скважин.

В последнее время при постановке сейсморазведочных работ на Малом Кавказе делаются попытки использовать данные лабораторных определений не только для уточнения общей скоростной модели исследуемых пород, но и для изучения тонкой структуры границ, с которыми связано образование интенсивных отраженных волн. Существенным шагом в этом направлении явились результаты массовых измерений упругих параметров керна, детально отобранных в 40 скважинах глубиной H до 700 м, пробуренных в пределах Кафанского рудного поля[x]. Выбор скважин для отбора образцов определялся необходимостью получения наиболее полных сведений о распределении упругих параметров в области границ раздела основных литолого-стратиграфических комплексов пород, зон тектонических нарушений и метаморфизма. Об-

[x] Отбор и измерения упругих параметров керна проведены Южной геофизической партией Армгеолуправления.

разцы пород отбирались равномерно по стволу скважин с шагом 10 м и детализацией на отдельных участках м.

Результаты лабораторных определений плотности и скорости продольных волн, представленные в виде вертикальных графиков для каждой скважины, явились основой для проведения статистического анализа. Путем расчленения вертикальных графиков на слои, в пределах которых изменения значений плотности и скорости упругих волн не превышают погрешность их измерения, была сделана оценка процентного соотношения количества выделенных слоев по отношению ко всему интервалу отбора скважин. Установлено, что преобладающее значение в разрезе скважин имеют слои мощностью до 50 м, среди которых наиболее часто встречаются слои мощностью 10-20 м. Очевидно, что эта группа маломощных слоев играет важную роль не только в формировании сейсмического фона, но и может служить источником образования интенсивных регулярных волн.

При сопоставлении положения отражающих границ с соответствующими интервалами вертикальных графиков видно, что большинство из них приурочено к серии тонких слоев, объединенных в отдельные пачки. Появление таких пачек тонких слоев не только в области контактов пород, но и внутри литологически однородных комплексов пород объясняется широким развитием вторичных изменений пород в виде зон тектонических нарушений, гидротермального и динамометаморфизма, даечных зон и т.п. При рассмотрении вертикальных графиков нескольких скважин, вскрывших одну из таких зон вторичных изменений, было отмечено, что мощность пачки сохраняется почти постоянной, но внутри нее нередко происходит перераспределение упругих параметров, т.е. существенно меняется структура границы (рис.1). Для большинства выявленных на вертикальных графиках пачек тонких слоев характерен нормальный закон распределения скорости с тенденцией перехода в однородный слой пониженной скорости или в инверсионно-градиентный слой.

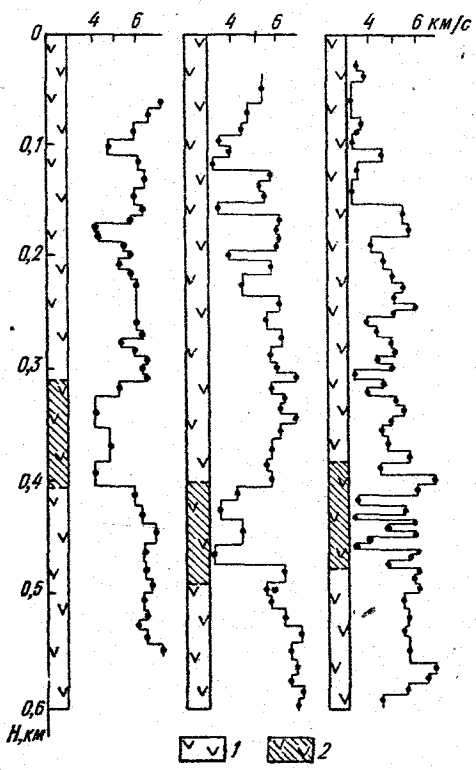


Рис.1. Прослеживание на вертикальных графиках скорости упругих волн изменений тонкой скоростной структуры границы, соответствующей зоне тектонических нарушений в толще порфиритов

1 - неизмененные разности порфиритов; 2 - интервал вторично измененных пород

Среди множества разнообразных форм вертикальных графиков можно наметить достаточно протяженные интервалы (свыше 50 м) с определенным

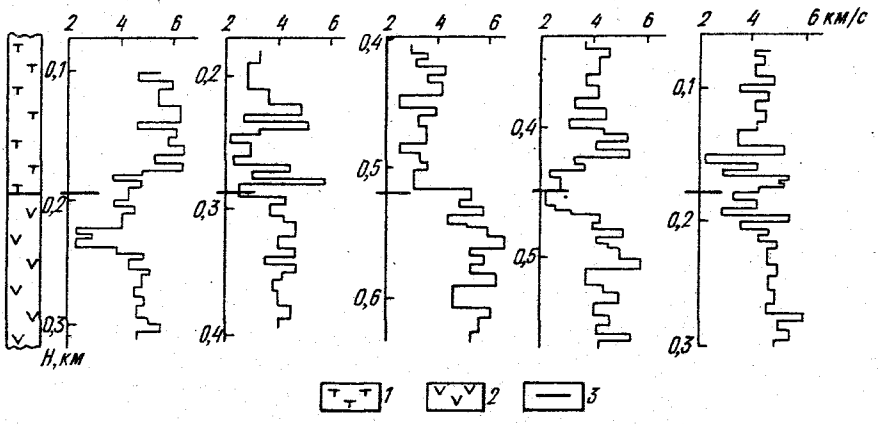


Рис.2. Различные типы скоростной модели границ раздела порфиритов и туфов, установленные по лабораторным определениям упругих параметров керна скважин Кафанского рудного района
1 – туфы; 2 – порфириты; 3 – линия контакта пород

законом распределения упругих параметров и выдержанностью его на значительных расстояниях. По своим характеристикам такие интервалы могут быть отнесены к группе однородных скоростных слоев, которые в разрезе соответствуют неизмененным разностям вулканогенных пород. Наиболее устойчивыми скоростными слоями в исследуемом разрезе можно считать горизонты порфиритов и туфов. Благодаря существенной разнице средних значений скоростных характеристик, на контакте порфиритов и туфов происходит резкое изменение значений плотности и скорости упругих волн (граница первого рода).

Наряду с резким скачком значений плотности на 0,1–0,2 г/см^3 и скорости продольных волн на 1–2 км/с на контакте порфиритов и туфов наблюдается плавное их изменение или выделяется переходная зона, состоящая из одного или нескольких однородных или градиентных слоев (рис.2). Изменчивость физической модели этого контакта выражается в виде различных форм переходных зон: слои пониженных или повышенных значений упругих параметров, пачки тонких слоев, инверсионно-градиентные слои и др. Переходная зона на вертикальных графиках отмечается главным образом в пределах одной из контактирующих пород. Если же область контакта подвержена интенсивным вторичным процессам, то переходная зона захватывает обе толщи пород и выражается в виде мощного градиентного слоя.

Однородными скоростными слоями в разрезе вулканогенно-осадочных пород выделяются не только горизонты порфиритов и туфов в целом, но также отдельные их петрографические разновидности. Так, при достаточной мощности горизонтов порфиритов внутри них могут проявиться слои плагиоклазовых, кварцевых, диабазовых и эпидотизированных разностей пород, на контактах которых резко меняются значения упругих параметров. Аналогичная картина наблюдается в мощных толщах туфогенно-осадочных пород, представленных туфоконгломератами, туфопесчаниками, туфобрекчиями, песчаниками и др.

Выдержанность скоростной модели границ зависит от большого количества физико-геологических факторов: литолого-петрографической неоднород-

ности, тектонических и гидротермальных изменений пород и др. Естественно, что оценить степень влияния каждого из этих факторов практически невозможно, но совершенно четко устанавливается постоянство этого влияния в пределах крупных (свыше 2 х 2 км) блоков относительно однородного геолого-тектонического строения пород. Резкое изменение формы скоростной модели границ происходит на контактах таких блоков, причем особенно это заметно для литолого-петрографических горизонтов и почти не наблюдается для границ, связанных с зонами тектонических и гидротермальных изменений пород.

Лабораторные определения упругих параметров керна скважин Кафанского рудного района, таким образом, существенно расширили представление о детальном строении сейсмических границ в вулканогенно-осадочных породах. Они показали, что в разрезе сравнительно мало устойчивых границ первого рода, проявляющихся резким скачком значений упругих параметров. Чаще всего границы представлены переходной зоной, состоящей из слоя пониженной скорости или пачки тонких слоев с различным распределением упругих параметров внутри зоны.

Форма скоростной модели границ не остается постоянной и резко меняется на контактах крупных блоков пород, обуславливая изменчивость формы записи наблюдаемых опорных групп отраженных волн. В меньше степени это отмечается для границ, связанных с зонами вторичных изменений пород (эпидотизация, окварцевание, трещиноватость и т.п.). Равноправное существование двух типов границ, соответствующих литологическим комплексам пород и зонам вторичных изменений, в пределах одних и тех же участков разреза повышает неоднозначность решения обратной задачи сейсморазведки и требует увеличения априорных данных об исследуемой среде.