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

ОСОБЕННОСТИ ОБОБЩЕНИЯ ДАННЫХ ОБ ЭФФЕКТИВНЫХ СКОРОСТЯХ МОНОКЛИНАЛЬНЫХ СТРУКТУР КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОД НА ПРИМЕРЕ ПЕЧЕНГСКОГО РАЙОНА

А.А.ИВАНОВ, М.Д.ЛИЗИНСКИЙ

Специфика сейсмогеологических условий рудных районов, сложенных кристаллическими породами, затрудняет использование традиционных для сейсморазведки приемов построения скоростных моделей, основанных на обобщении данных определения эффективной скорости $v_{эф}$. Особенности этих условий присущи Печенгской структуре Балтийского щита, которая сложена вулканогенно-осадочной толщей пород печенгской серии среднего протерозоя, заполняющей мульдообразный прогиб в архейском кристаллическом фундаменте.

Разрез печенгской серии представлен четырьмя ритмами, каждый из которых начинается с осадочных образований и заканчивается вулканогенными. Осадочные отложения, как правило, маломощны (0,1–0,2 км). Исключение составляет толща филлитовидных сланцев (до 1–1,5 км), вмещающая рудоносные интрузивы (так называемая продуктивная толща). Мощность вулканогенных толщ достигает 1 км и более. В северной части структуры мощность пород, за исключением образований наиболее молодой IУ вулканогенной толщи, в целом выдерживается по падению. Мощность IУ вулканогенной толщи меняется от 0 до 4 км в центре Печенгской структуры.

Все породы печенгской серии залегают в общем согласно и падают под углами 30–50° к центру структуры. Осадочные горизонты, разделяющие вулканогенные толщи, кровля и подошва продуктивной толщи и горизонт туфов внутри IУ вулканогенной толщи являются отражающими границами.

Интенсивная тектоника определила сложную форму сейсмических границ. Вследствие этого фазовая корреляция отраженных волн, как правило, возможна лишь на коротких интервалах профилей. Для вычисления эффективных скоростей наиболее распространенные способы, основанные на предположении о плоской границе раздела, непригодны; используются только способы взаимных и сопряженных (симметричных) точек, свободные от этого ограничения. Применение удлиненных годографов (взрывной интервал 2–4 км) ограничивает число взаимных точек.

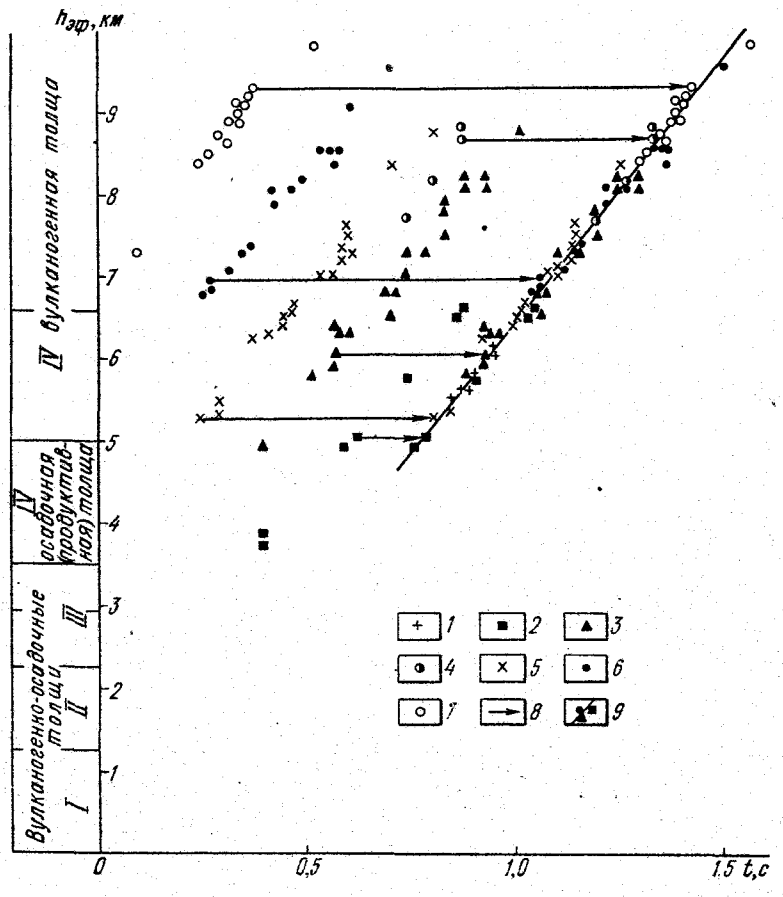


Рис.1. Результаты обобщения определений эффективной скорости (Печенгская структура)

1-7 - вертикальные годографы, соответствующие: 1 - подошве печенгской серии (I осадочного горизонту), 2 - II осадочному горизонту, 3 - III осадочному горизонту, 4 - осадочному горизонту в III вулканогенно-осадочной толще, 5 - подошве продуктивной толщи, 6 - кровле продуктивной толщи, 7 - горизонту туфов в IУ вулканогенной толще; 8 - параллельный перенос вертикального годографа; 9 - осредненный вертикальный годограф для IУ вулканогенной толщи

Бо́льша. часть площади распространения пород печенгской серии занята обнажениями IУ вулканогенной толщи, на которых размещен основной объем сейсморазведочных профилей, заданных для изучения Печенгской структуры. Для полученных на обнажениях IУ вулканогенной толщи определений $v_{эф}$, составляющих подавляющее большинство, общая мощность разреза $h_{эф}$ складывается из относительно стабильной мощности трех нижних вулканогенно-осадочных и продуктивной толщ и существенно изменяющейся по площади (от 0 до 4 км) мощности IУ вулканогенной толщи.

В этих условиях одна из схем обобщения данных о $v_{эф}$ может быть построена следующим образом. На вертикальном годографе $t(h_{эф})$, полученном по известным $v_{эф}$ и $h_{эф}$, ось глубин направлена не от дневной поверхности, как это принято в сейсморазведке платформенных районов, а от подошвы печенгской серии вверх по разрезу. Данные 93-х определений $v_{эф}$ сгруппированы по семи отражающим горизонтам печенгской серии. Для каждого из них построен индивидуальный вертикальный годограф, началом координаты $h_{эф}$ которого служит положение горизонта на обобщенной стратиграфической колонке печенгской серии, а ось времени является единой для всех годографов (рис.I).

Как и следовало ожидать, при указанном подходе почти все точки (за исключением четырех) вертикальных годографов имеют координаты $h_{эф}$, со-

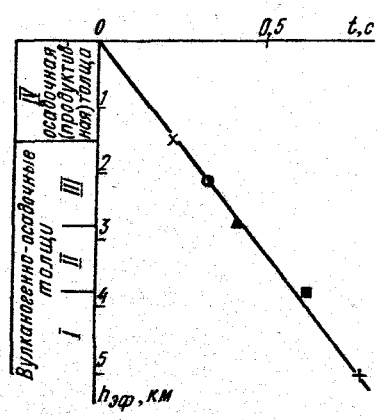


Рис.2. Вертикальный годограф для нижней части разреза печенгской серии
Условные обозначения см. на рис.1

ответствующие на стратиграфической колонке IУ вулканогенной толще, т.е. характеризуют именно эту толщу по пластовой скорости $v_{пл}$. Для ее вычисления оказалось оправданным и удобным применить совместное аналитическое осреднение годографов, которое сводится к их параллельному переносу по оси времени на величину, вычисляемую для каждого годографа, и последующей аппроксимации построенного таким образом сводного годографа прямой линией по способу наименьших квадратов[x]. Полученная величина 6,26±0,12 км/с согласуется со средневзвешенным значением пластовой скорости 6,35±0,35 км/с, вычисленным на основе данных сейсмокаротажа. Одной из положительных сторон используемой схемы обобщения является устойчивость результата вычисления $v_{пл}$ к изменениям на стратиграфической колонке положения отражающих горизонтов, связанного с незначительными колебаниями мощности отдельных толщ печенгской серии при общем моноклинальном залегании пород структуры.

Нижняя часть разреза печенгской серии, перекрытая IУ вулканогенной толщей, при использованной схеме обобщения данных о $v_{эф}$ оказалась практически не охарактеризованной по $v_{пл}$. Этому препятствует недостаток определений $v_{эф}$ на обнажениях трех нижних вулканогенно-осадочных и продуктивной толщ. Для изучения скорости упругих волн в этих толщах можно изменить схему обобщения данных с $v_{эф}$.

Если исключить влияние меняющейся мощности IУ вулканогенной толщи, вертикальный годограф может быть построен от ее подошвы. На нем ось глубин направлена, как обычно, вниз по разрезу, а на оси t отложены редуцированные значения времени, полученные с учетом указанного выше результата вычисления $v_{пл}$ в IУ вулканогенной толще и принятой на обобщенной стратиграфической колонке мощности отдельных толщ печенгской серии. Полученные таким образом значения времени для точек каждого годографа обладают, как правило, малым разбросом, поэтому на вертикальном годографе (рис.2) показаны их средние значения. Вертикальные координаты точек, очевидно, повторяют положение соответствующих отражающих горизонтов на стратиграфической колонке. Такая связь уменьшает устойчивость вертикального годографа к погрешностям определения положения отражающих горизонтов на колонке. Это не дает возможности считать надежными значения $v_{пл}$ отдельных толщ, которые могут быть вычислены по точкам вертикального годографа, однако не исключает оценки скорости упругих волн во всем интервале разреза печенгской серии ни-

[x] Н.Н.Пузырев. Интерпретация данных сейсморазведки методом отраженных волн. М., Гостоптехиздат, 1959.

же подошвы IУ вулканогенной толщи. Такая оценка, полученная по всем точкам годографа (см. рис.2), имеет значение 6,3 км/с.

Выводы

I. В условиях моноклинального залегания кристаллических пород для структур рудных районов, подобных Печенгской, возможно применение строгих способов обобщения данных о $v_{эф}$, основанных на совместном аналитическом осреднении вертикальных годографов. Результаты обобщения на Печенгской структуре согласуются с данными сейсмокаротажа.

2. Для участков моноклинальных структур, соответствующих обнажениям нижней части стратиграфического разреза, отсутствие данных о $v_{эф}$ не исключает оценки интервальной скорости по результатам вычисления $v_{эф}$ на обнажениях пород, соответствующих верхней части разреза.

3. Предложенная методика обобщения $v_{эф}$ позволила дать оценку пластовых и интервальных скоростей в разрезе докембрия на глубину свыше 5 км. В этом диапазоне глубин интервальные скорости вулканогенно-осадочной толщи печенгской серии близки к 6,3 км/с.