

УДК 624.131.32

К.Б. Фаткин

АТРИБУТНЫЙ AVO-АНАЛИЗ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЗОН ТРЕЩИНОВАТОСТИ ПО ДАННЫМ ШАХТНЫХ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведен анализ возможности применения инструментов AVO-анализа для интерпретации амплитудных аномалий, зарегистрированных шахтными сейсмоакустическими исследованиями.

Ключевые слова: малоглубинные сейсмоакустические исследования, зоны трещиноватости, шахтное поле.

Семинар № 3

K.B. Fatkin

THE ATTRIBUTE AVO-ANALYSIS FOR DETECTION OF FRACTURE ZONES ON THE DATA OF SEISMIC AND ACOUSTIC STUDIES IN UNDERGROUND MINES

The analysis a implementation chance of AVO devices for amplitude abnormalities, registered with seismic and acoustic studies in underground mines.

Key words: shallow seismic-acoustic studies, fractured zones, mine field.

Атрибутный AVO-анализ относится к одному из видов упругой инверсии, основанному на использовании специфических атрибутов AVO-пересечения (*intercept-A*), градиента (*B*) и других, связанных с изучением поведения коэффициента отражения продольной сейсмической волны от границ при различных углах падения [1]. В настоящее время его применяют, в основном, для поисков и разведки газовых резервуаров в терригенных породах.

В данной работе анализируются возможности применения инструментов AVO-анализа для интерпретации амплитудных аномалий, зарегистрированных шахтными сейсмоакустическими исследованиями. В качестве

исходного материала рассматривались сейсморазведочные материалы, полученные в пределах крупнейшего в Европе Верхнекамского месторождения калийных солей. По сейсмогеологическим особенностям месторождение относится к пластовому типу со сложной слоистой структурой и значительной латеральной изменчивостью физических свойств целевых интервалов разреза. Калийная залежь находится в интервале малых глубин – от 200 до 500 м.

Методика обработки и интерпретации первичных материалов, получаемых в шахтной сейсмоакустической и малоглубинной сейсморазведке МОГТ, в целом определяется общими принципами традиционной взрывной сейсморазведки. Однако, некоторые специфические особенности, связанные с маломощным невзрывным источником и небольшой глубиной изучаемого интервала, приводят к необходимости использования своих, отличных от традиционной сейсморазведки, элементов методики изучения динамических характеристик. В малоглубинной сейсморазведке наибольшее значение имеет изучение амплитуд волн, а так же их спектральных характеристик. Динамический анализ в данном

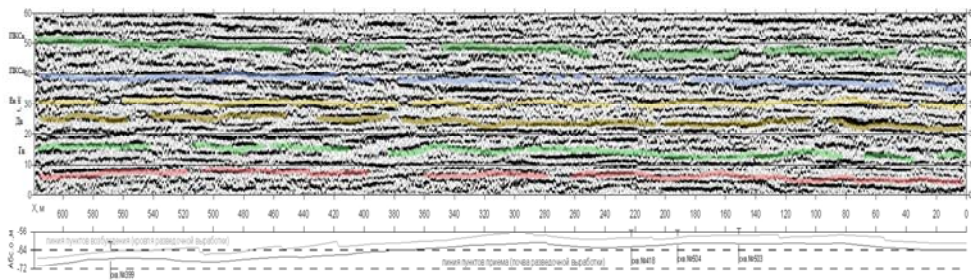


Рис. 1. Сейсмический временной разрез по шахтному профилю. Отражающие горизонты приурочены к кровле карналлитовых пластов В, Г, Д, Е, подошве (ПКСп) и кровле (ПЕСк)

случае выступает в роли своеобразного инструмента для выявления нечетко-выраженных в волновом поле объектов исследований. Одним из таких объектов являются разного рода, сложно построенные коллектора, физические модели которых описываются областями пониженных акустических жесткостей, что в принципе подходит и для ослабленных по физико-механическим свойствам зон трещиноватости.

Как поверхностные малоглубинные, так и шахтные сейсморазведочные исследования характеризуются незначительными расстояниями, которые преодолевают упругие волны. Максимальный угол падения лучей на целевой глубине не более 25° объясняется относительно короткой базой наблюдения с удалением источник-приемник не более 200 м. Следовательно, для случая малоглубинных сейсморазведочных исследований может быть применена двучленная аппроксимация Шуэ при углах падения не превышающих 30° [4]

$$R_{pp}(i) = A + B \sin^2 I,$$

где $R_{pp}(i)$ – коэффициент отражения, A имеет смысл коэффициента нормального отражения продольной волны (intercept), B – характеризует коэффициент отражения при промежу-

точных углах падения ($0^\circ < i < 30^\circ$), наиболее часто используемых в сейсморазведочных наблюдениях.

В работе анализируются сейсморазведочные данные, полученные в горных выработках. Шахтные сейсморазведочные работы выполнены по профилю длиной в 600 м, проходящему по исследовательской выработке пласта АБ. Шахтный профиль проходит севернее на 100-200 м интервала пк.1200-2100 наземного профиля.

В пределах северо-восточной части шахтного поля данного рудника наземные сейсморазведочные работы ведутся, начиная с 1996 г. Здесь довольно сложное геологическое строение [2]. В южной части расположена крупная зона замещения, а в центре и на севере горными выработками вскрыты системы открытых трещин. На данном этапе исследований полевые работы выполнены по методике невзрывной малоглубинной сейсморазведки высокого разрешения с использованием интерференционной системы наблюдений по общей глубинной точке. Для шахтных наблюдений применялась фланговая система наблюдений. Шаг наблюдений – 2 м. Возбуждение производилось в кровлю.

На рис. 1 представлен окончательный временной разрез по шахт-

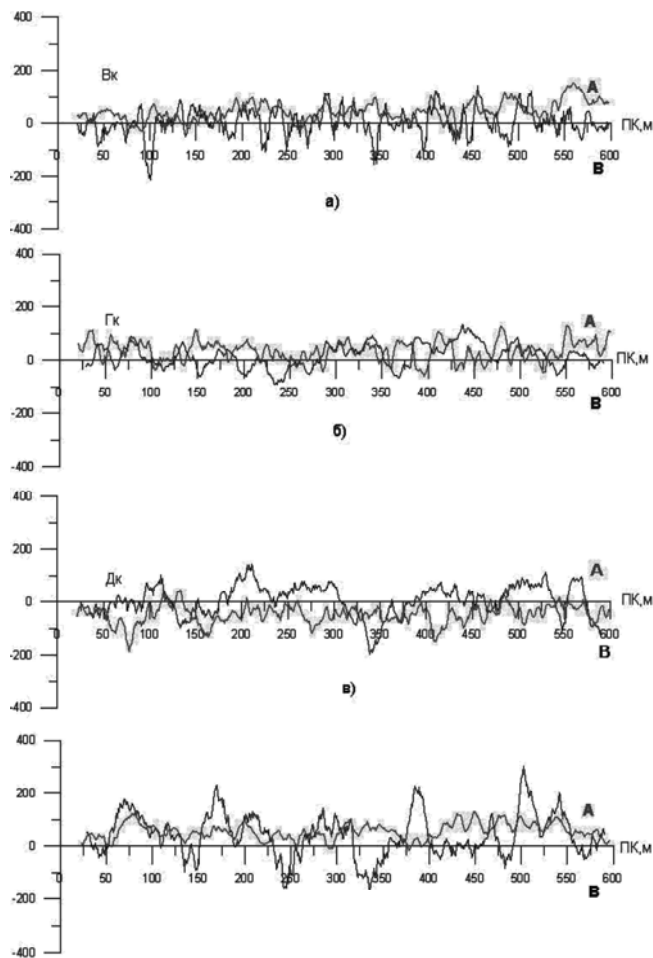


Рис. 2. Распределение AVO-атрибутов A и B вдоль профиля на отражающих горизонтах: а) Вк, б) Гк, в) Дк, г) Ек

ному профилю, на котором выделен ряд отражающих горизонтов (ОГ). Они, в соответствии с результатами скоростного анализа и геологоразведочными данными приурочены к: кровле карналлитовых пластов В (B_k), Г (G_k), Д (D_k), Е (E_k), подошве ($ПК_{Сп}$) и кровле ($ПК_{Ск}$) покровной каменной соли. После обработки и интерпретации данного материала по особенностям структуры волновой картины выделено несколько аномальных, с точки зрения общей картины, участков. Участки выделяются как на динамическом временном разрезе, так и

на скоростной характеристике в виде зон пониженных значений эффективных скоростей. На графиках комплексного параметра в виде зон повышенных значений.

Возможность выделения зон трещиноватости средствами AVO фактически сводится к возможности выделения аномалий 3 класса по известной классификации Резерфорда-Уильямса [5]. Т.е. выделение в разрезе областей с более низким импедансом, чем покрывающая среда. По имеющимся временным разрезам произведен расчет атрибутов A и B в скользящем окне во временных интервалах, соответствующих основным, выделенным при геологической интерпретации, отражающим горизонтам.

Традиционный подход анализа AVO атрибутов, основанный на изучении диаграмм зависимости $A(B)$, не совсем подходит в нашем случае, из-за многофакторности изменения амплитуд при высокочастотной регистрации в горных выработках. В связи с этим предлагается анализ графиков распределения атрибутов A и B вдоль профилей, а только затем по возможности и диаграмм AVO зависимостей. Информация, полученная из графиков распределения даёт нам возможность выявлять участки на которых происходит резкое изменение пове-

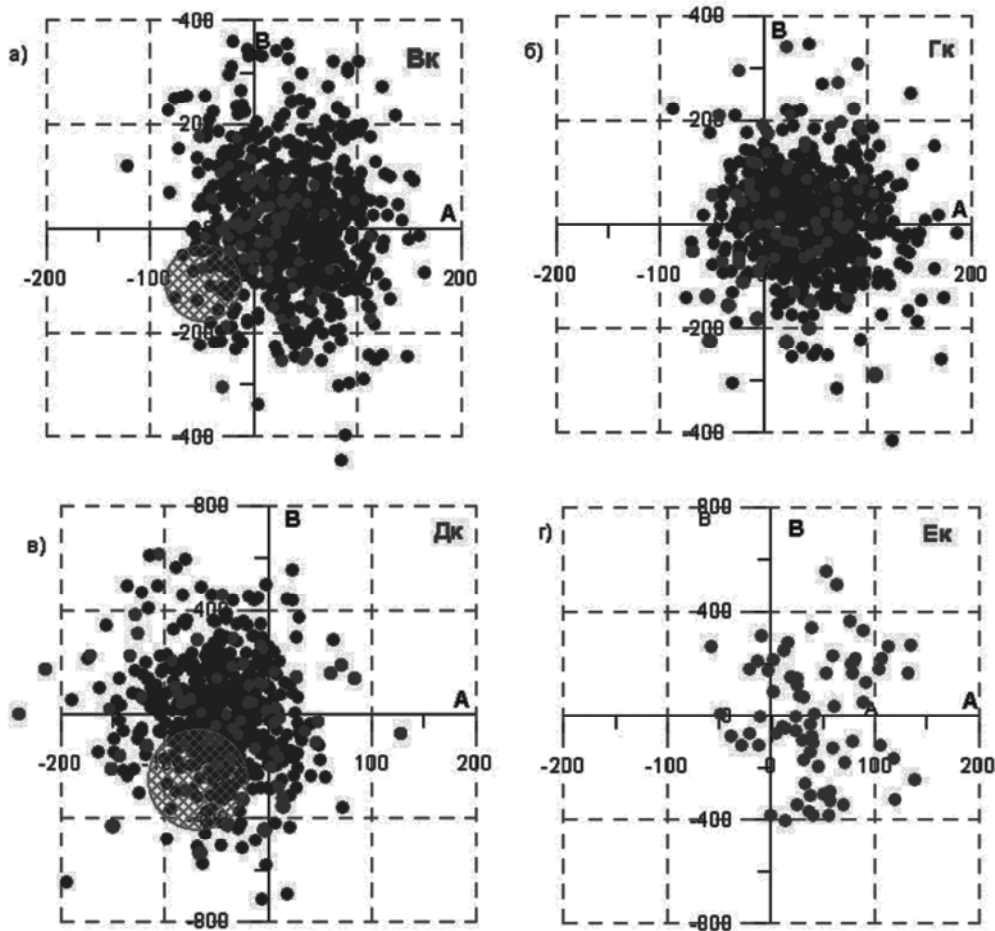


Рис. 3. Диаграммы AVO-зависимостей $A(B)$ рассчитанных по отражающим горизонтам

дения атрибутов A и B . По сути, выделение на графиках участков с отрицательными значениями A в B указывает на принадлежность данного участка к 3 классу песчаников или, в нашем случае, к возможной зоне трещиноватости.

Графики распределения атрибутов A и B представлены на рис. 2. По ним выделяется ряд участков с отрицательными значениями обоих параметров. Часть из них совпадает с зо-

нами падения скоростей и зонами затухания суммарной сейсмозаписи, выделенными при первичной интерпретации. Однако, есть и не согласующиеся участки.

Информация, полученная из диаграмм зависимостей $A(B)$ дает более подробную картину распределения поля точек AVO-атрибутов (рис. 3) На рисунке красными точками выделены значения соответствующие аномальным участкам на профилях. Как вид-

но, не все они попадают в зону, соответствующую аномалиям 3 класса. На рисунке она показана заштрихованным голубым кружком. Мы не имеем прямых доказательств связи выявленных нами аномалий с зонами трещиноватости по данным бурения, однако предыдущие наши исследования на модельных данных [3], дают основание считать наше предположение небезосновательным.

Следует отметить высокий уровень зашумленности сейсмической записи вследствие специфических особенностей применяемого источника сейсмических волн. Естественно это отрицательно сказалось на точности расчетов и на наличие большого количества значений, относящихся к так называемым фоновым, не несущим полезной информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воскресенский Ю.Н.* Изучение изменений амплитуд сейсмических отражений для поисков и разведки залежей углеводородов // Учебное пособие для вузов.- М.: РГУ нефти и газа, 2001.
 2. *Петротектонические основы безопасной эксплуатации Верхнекамского месторождения калийных солей / под редакцией д.г.-м.н. Н.М. Джиноридзе // СПб-Соликамск, 2000.*
 3. *Фаткин К.Б.* Оценка возможности AVO-анализа для изучения строения и

свойств соляной толщи // Материалы международной конференции «Моделирование стратегии и процессов освоения георесурсов» ГИ УрО РАН, Пермь, 2003.
 4. *Shuey R.T.* A simplification of the Zoeppritz equations. – Geophysics, 1985, v.50, p.p 609-614.
 5. *Rutherford S.R. Williams R.H.* Amplitude-versus-offset variations in gas sands. – Geophysics, 1989, v.54, N6, p.p 680-688.

ГИАБ

Коротко об авторе

Фаткин К.Б. – Пермь, Горный институт УрО РАН, arc@mi-perm.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
МЕЩЕРИНА Юлия Альбертовна	Исследование и разработка системы стабилизации нагрузок электропривода резания проходческого комбайна	05.09.03	к.т.н.