

Развитие методики поляризационной обработки данных скважинной сейсморазведки.

А.Я. Адиев*, М.Т. Якупов*

(* ООО НПЦ «Геостра»)

Development of polarization processing of offset VSP data.

M.T. Yakupov*, A.Y. Adiev*

(* SPC "Geostra ltd").

Аннотация.

Приведены описания двух алгоритмов подавления волн помех по трехкомпонентной записи и алгоритм выделения полезной волны ориентированием на угол подхода волны.

Ключевые слова: Скважинная сейсморазведка; Выделение продольных и поперечных волн; Поляризационная обработка скважинных сейсмических данных.

Abstract.

In the report described two algorithms of noise waves suppression on 3 component recording, and the algorithm of useful wave selection, by orientation to the approach angle of the wave.

Key Words: Well seismic; Isolation of longitudinal and transverse waves; Polar processing of well seismic data.

Основной целью обработки данных скважинной сейсморазведки, как и вообще обработки, является выделение полезных волн с максимальным отношением сигнал/помеха. Обычно для этого используются три параметра волн: кажущаяся скорость, частота и поляризация. Методика применения первых двух уже отработана достаточно полно и используются эти параметры довольно широко. Относительно параметра поляризации можно сказать, что после работы Быкова И.А. [1], большинство последующих публикаций касались в основном вопросов применения предложенных им алгоритмов для изучения параметров поляризации полезных (чаще всего продольных отраженных) волн при решении конкретных геологических задач.

В докладе рассматриваются методические вопросы выделения продольных отраженных РР и обменных восходящих PS волн. Причем выделение полезных волн осуществляется за счет подавления волн-помех. В рассматриваемом случае помехами считаются нисходящие продольные Р и поперечные S волн.

Обратимся к рис.1, на котором практически не видно полезных отраженных РР-волн, хотя обменные восходящие PS-волны просматриваются.

Суть одного из вариантов предлагаемой методики обработки состоит в следующем.

Вначале определяется годограф волны-помехи. Затем трехкомпонентная запись волнового поля преобразуется из первоначальной системы координат X, Y, Z в другую систему координат X_1, Y_1, Z_1 таким образом, чтобы координатная ось X_1 совпала с проекцией полного вектора колебаний на горизонтальную плоскость по известным формулам:

$$X_1 = X \cdot \cos(\omega) + Y \cdot \sin(\omega),$$
$$Y_1 = -X \cdot \sin(\omega) + Y \cdot \cos(\omega),$$

При этом траектория волны при подходе в точку регистрации будет располагаться в вертикальной плоскости X_1-Z .

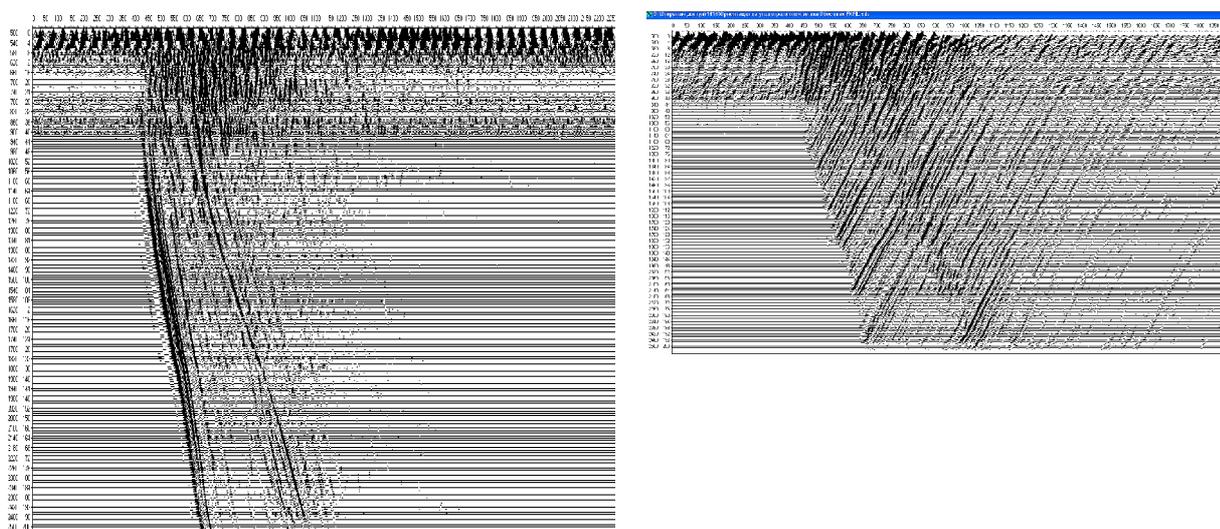


Рисунок – 1 – Запись исходного поля – (а) и результат обработки (б)

Далее производится сканирование вертикальной плоскости X_1-Z посредством изменения угла φ наклона оси Z от 0 до 90 градусов с заданным шагом $\Delta\varphi$ и последующим вычислением компоненты Z_{1i} волнового поля, ориентированной на соответствующий угол $\varphi = j \cdot \Delta\varphi$.

Для каждой записи Z_{1i} из полученного набора записей вычисляется энергия в интервале, в котором находится волна-помеха и выбирается та запись, на которой энергия волны-помехи наименьшая. При этом соответствующая компонента X_{1i} будет ориентирована на направление, при котором фиксируются восходящие волны с наибольшим отношением сигнал/помеха.

На наш взгляд представляет интерес другой способ разделения PP и PS-волн. Основан он на одновременном использовании параметров поляризации, кажущейся скорости и частоты.

На двумерном спектре видно, что все волны начинают разделяться примерно только на частоте 50Гц и более. На частотах менее 50Гц диапазоны всех волн практически перекрываются, и разделить их посредством F – K

фильтрации без существенных искажений практически невозможно. Наибольшую трудность представляет решение задачи разделения в этой частотной области PP и PS – волн.

Эту задачу с большой долей успеха можно решать с помощью поляризационной фильтрации. Суть предлагаемого способа состоит в поиске такого угла подхода волны в точку регистрации, при котором энергия помехи в заданном окне на двумерном спектре записей волнового поля, будет минимальной.

Пример работы алгоритма минимизации энергии волны по двумерному спектру приведен на рис.2.

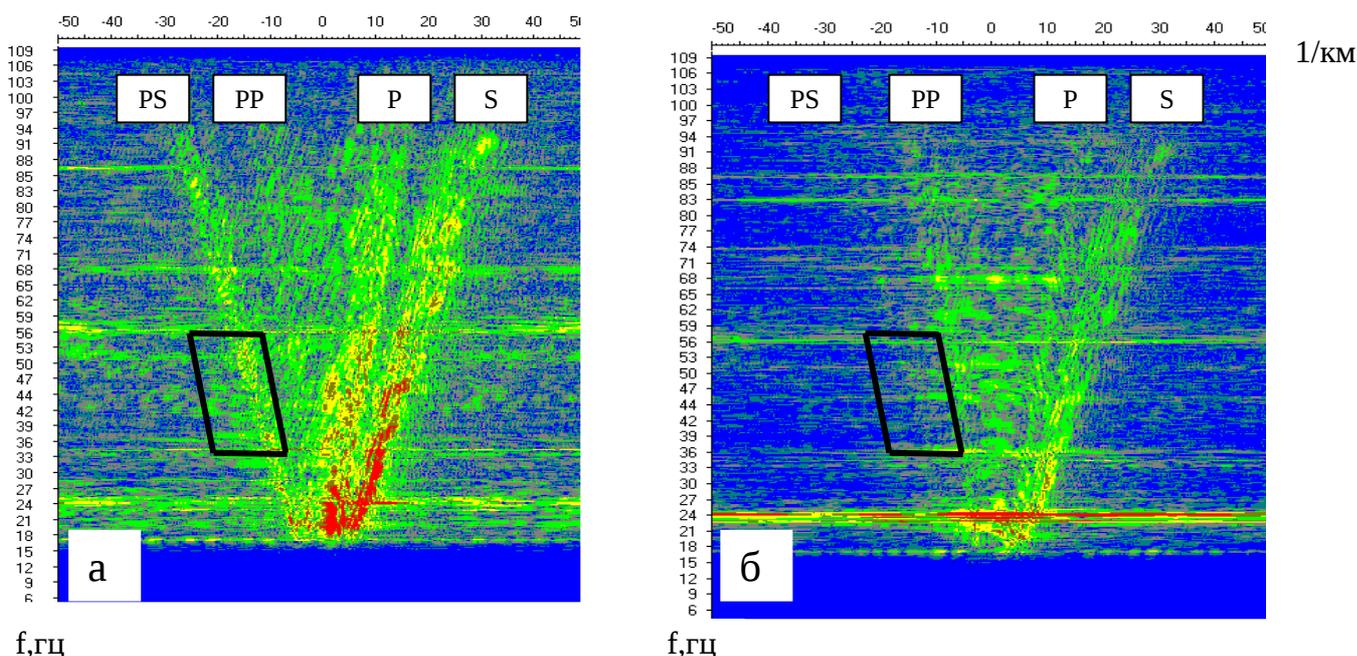


Рис. 2 Двумерный спектр записей волновых полей до подавления PS – волн (а) и после подавления (б).

На первый взгляд может показаться, что алгоритм сходен с обнулением в двумерном спектре области, соответствующей волнам-помехам, в данном случае те же PS-волны. Но поскольку области помех и полезных волн перекрываются, особенно в области низких частот, подобная процедура приведет к существенному искажению полезных волн. Поэтому рекомендуется разделять PP и PS-волны именно с помощью поляризационной фильтрации.

Рассмотрим еще один способ оптимизированного выделения продольной отраженной волны.

После преобразований, выполненных аналогично описанным выше (1), т.е. поворота системы координат вокруг оси Z таким образом, чтобы ось X1 совпала с проекцией полного вектора колебаний на горизонтальную плоскость, осуществляется поворот системы координат вокруг горизонтальной оси Y на угол φ_i . Угол φ_i – теоретическое значение угла подхода отраженной волны в точку регистрации, которое вычисляется предварительно на основе заданной модели разреза в рамках этой же обрабатывающей программы.

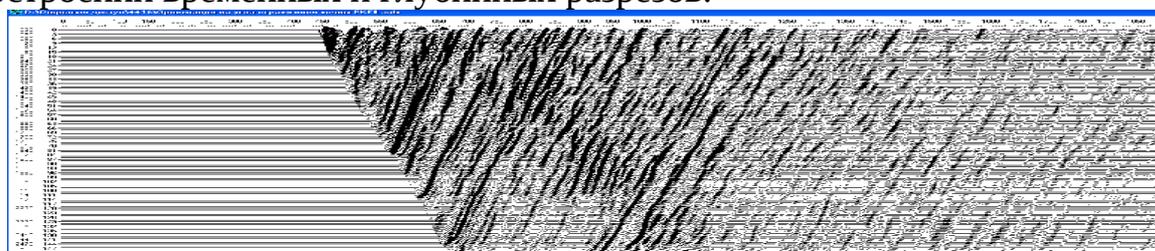
t,ms

При этом ось X_1 будет совпадать с направлением подхода продольной отраженной волны, которое совпадает с направлением ее поляризации. Координатная ось Z_1 будет совпадать с направлением поляризации обменной поперечной волны, что способствует ее оптимальному выделению

Отметим, что при этом качество выделения полезных волн зависит от точности задаваемой модели разреза. Поэтому предусматривается возможность подбора угла путем изменения его с задаваемым шагом до получения наибольшей “чистоты” выделяемых волн.

Результаты опробования разработанных способов разделения продольных и поперечных волн с использованием их поляризационных параметров показали их высокую эффективность.

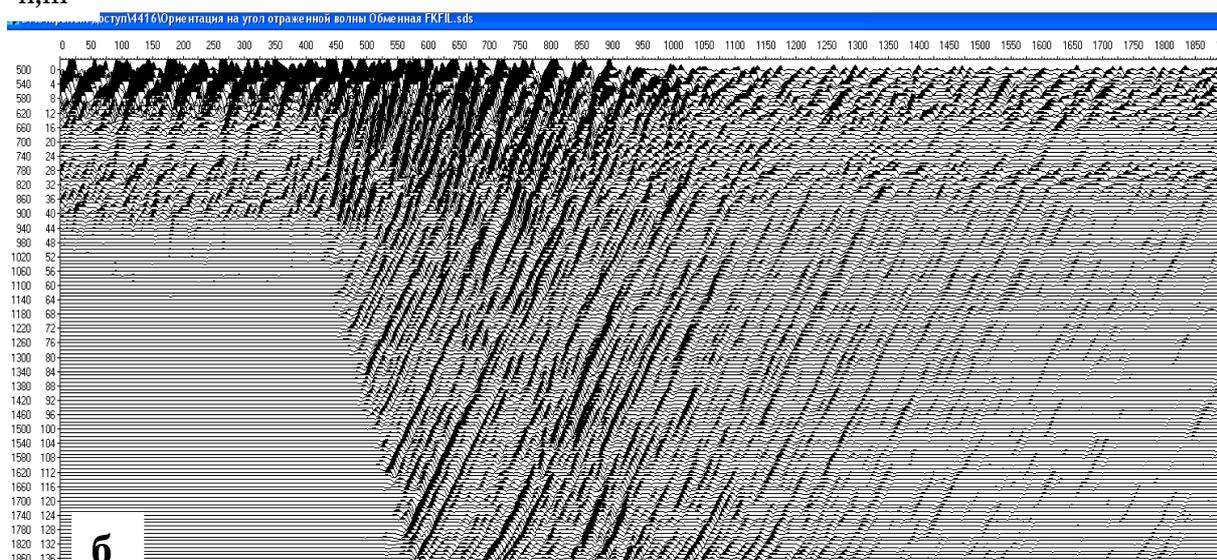
Но все же, на заключительном этапе обработки, для подавления полей нисходящих продольных и поперечных волн, имеющих другой знак кажущейся скорости, не исключается необходимость применения F – K фильтрации. Результат такой обработки (см. рис.3) позволяет выделить отдельно полезные PP и PS-волны в виде вполне приемлемом, для дальнейшего использования при построении временных и глубинных разрезов.



t,ms

а

h,m



t,ms

б

h,m

Рис.3. Записи полей PP-волн (а) и PS-волн.

Литература

1. Быков И.А., Тихонова И.М. Алгоритмы цифровой обработки скважинных азимутальных наблюдений. // Вопросы динамической теории распространения сейсмических волн. Л.; Наука, 1980. Вып. 20. С. 135 – 155.