

ВЫЧИТАНИЕ ЧАСТИЧНО РЕГУЛЯРНЫХ ВОЛН В МЕТОДЕ ОСТ ПО ТЕХНОЛОГИИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ ВЫСОКОЙ ЧЕТКОСТИ

В.Н. Ференци*, А.С. Колосов**, А.А. Мухин**, Д.А. Мухин**,
Ю.А.Степченков**, А.А.Табаков*

(* ООО «ГЕОВЕРС», Москва, ** ООО «УНИС», г. Санкт-Петербург)

SUBTRACTION OF PARTLY IRREGULAR WAVES IN CMP GEOMETRY IN HIGH DEFINITION SEISMIC TECHNOLOGY

V.N. Ferentsi*, A.S. Kolosov**, A.A. Muhin**, D.A. Muhin**, Y.A.
Stepchenkov**, A.A.Tabakov*

(* *GEOVERS Ltd., Moscow, ** UNIS, Ltd., Saint-Petersburg*)

Аннотация. В многократных системах наблюдений ОСТ регулярные волны можно выделить в различных выборках: общей средней точки (ОСТ), общего пункта возбуждения (ОПВ), общего пункта приема (ОПП) и общего удаления (ОУ). Каждая из выборок обладает своими особенностями, например, ОСТ слабо искажается наклонами горизонтов, ОПВ нечувствителен к вариациям формы возбуждаемого сигнала, ОПП – к вариациям условий приема, ОУ к неточностям оценки скоростей и негиперболичности годографа. При последовательном применении этих процедур удастся выполнять анализ волновых полей, в частности выделение отражений, в условиях, когда регулярные оси синфазности искажены временными и амплитудными аномалиями, имеющими регулярную природу, например статическими поправками за возбуждение или прием, ошибками в оценке параметров гиперболы, либо негиперболичностью годографа. Суммарная выделенная волна в любой из проекций может содержать значительные неоднородности, которые не были подавлены при применении процедур суммирования.

Abstract. In multicoverage geometry CMP method regular waves may be extracted in different gathers: common midpoint (CM), common shot (CS), common receiver (CR) and common offset (CO). Each of these gathers has its own features, for example CM is not influenced by dipping horizons, CS doesn't depend on shot signal variation, CR doesn't depend on receiver variations and CO is not influenced by errors of velocity and non hyperbolic members. If these procedures are applied consequently it is possible to analyze partly irregular waves, disturbed by residual statics, amplitude anomalies, incorrect velocities or nonhyperbolic time graph. Stacked wave may be strongly irregular in any gather due to natural factors and they were not smoothed by summation procedures.

Регулярные волны в сейсмограммах ОПВ и ОСТ данных наземной 2D/3D сейсморазведки, как правило, осложнены различного рода кинематическими и динамическими искажениями. Это касается как выделяемых при обработке данных полезных отраженных волн, так и вычитаемых регулярных волн-помех. При применении процедур селекции регулярных волн из сейсмограмм для частично регулярных волн в волновом поле остатков после вычитания выделенных волн будут наблюдаться элементы частично регулярной волны, соответствующие искажениям регулярных волн.

Среди характерных искажений сейсмических регулярных волн в методе ОСТ можно назвать статические сдвиги и динамические искажения при приеме сигнала, вариации формы возбуждаемого сигнала, неточности оценки скоростей и негиперболичность их годографов, растяжение сигнала при вводе кинематических поправок, а также влияние геометрии сейсмических границ геологической среды.

Большинство этих факторов искажений регулярных волн можно учесть, применяя технологию их селекции для сейсмограмм в различных сортировках, а именно, по ОПВ, ОПП, ОСТ и общим удалениям (ОУ) ПВ-ПП. И это связано с тем, что каждая из сортировок оказывается нечувствительной к определенным искажающим факторам регулярных волн. Так, ОСТ слабо искажается наклонами горизонтов, ОПВ нечувствителен к вариациям формы возбуждаемого сигнала, ОПП – к вариациям условий приема, ОУ к неточностям оценки скоростей и негиперболичности годографа. При последовательном применении этих процедур удастся выделять искаженные частично регулярные волны практически полностью, получая в волновом поле остатков только нерегулярные волны-помехи.

Селекция регулярных волн в данной технологии в конкретной сортировке сейсмограмм включает в себя процедуры ввода кинематических поправок в трассы для выведения регулярных волн на вертикаль, FK-фильтрацию в заданном диапазоне скоростей и адаптивное весовое суммирование в скользящей по трассам базе. Применение FK-фильтрации на первом шаге селекции сужает область допустимых направлений выделяемой волны. В процедуре адаптивного весового суммирования рассчитываются веса по оценкам подобия и энергий суммируемых трасс в скользящем по времени окне заданного размера. Эти веса учитываются при накоплении трасс в пределах скользящей по трассам базы. При таком весовом суммировании все аномальные по подобию и энергии амплитуды трасс базы селекции ослабляются и не влияют на ее результат. Размер скользящей по трассам базы определяет избирательность интерференционной системы. Выделенные волны вычитаются из исходных сейсмограмм с учетом оценок амплитуд исходных трасс. Во избежание искажения амплитуд других регулярных

волн в областях их интерференции с вычитаемой волной применяется потрассное сглаживание оценок ее амплитуд [1,2].

На рис.1 и рис.2 приводятся примеры последовательного применения селекции и последующего вычитания квазирегулярных волн для различных выборок сейсмограмм 2D метода ОСТ.

Пример 1. *Селекция и вычитание регулярной волны в сейсмограммах ОПВ, осложненной статическими сдвигами и изменением формы сигнала волны на отдельных ПП (рис.1).* Для профиля 2D ОСТ была сгенерирована волна с гиперболическим годографом, на которую был наложено волновое поле нерегулярных помех. Для ПП с номерами 179, 194 и 205 были введены статические сдвиги 50мс, для ПП 172 и 212 была изменена форма волны. Результат селекции и вычитания волны показывается для фрагмента сейсмограммы ОПВ №179 (рис.1а). После применения селекции и вычитания волны к сейсмограммам ОПВ очевидно, что для искаженных ПП волна не выделилась (рис.1.б), а в поле остатков (рис.1в) присутствуют волновые импульсы. После сортировки по ОПП поля остатков вычитания по ОПВ на сейсмограммах ОПП (например, № 172 для искаженной формы волны (рис.1г) и №179 для статического сдвига (рис.1ж)), наблюдаются регулярные гиперболические волны. Результаты селекции волны для данных сейсмограмм (рис.1д и рис.1з) и полученное поле остатков (рис.1е и рис.1и) свидетельствуют о полном выделении и вычитании волны. После сортировки выделенной волны по ОПВ (рис.1к) и добавления к ранее выделенным элементам регулярной волны (рис.1б) очевидно, что исходная квазирегулярная волна теперь выделена полностью (рис.1л), а в поле остатков (рис. 1м) присутствуют одни нерегулярные помехи.

Пример 2. *Селекция и вычитание регулярной волны с негиперболическим годографом (рис.2).* Для профиля 2D ОСТ была сформирована регулярная волна с негиперболическим годографом, содержащим член 4-ого порядка в своем уравнении, что соответствует влиянию анизотропии скоростей на форму годографа (рис.1а). Селекция и вычитание волны производилась по гиперболическому годографу, показанному на рис.1а. В результате в поле выделенной волны (рис.1б) и в поле остатков (рис.1в) были получены две части исходной волны. После сортировки поля остатков сейсмограмм ОПВ (рис.1в) по сейсмограммам равных удалений (ОУ), для невычитанных элементов волны была получена регулярная волна с вертикальным годографом (рис.1г). После выделения и вычитания волны из сейсмограмм ОУ в поле остатков наблюдаются только нерегулярные волны. После обратной сортировки по ОПВ выделенной части волны (рис.1д и рис.1ж) и сложения с частью волны, выделенной на первом этапе селекции (рис. 1б), очевидно, что исходная волна была

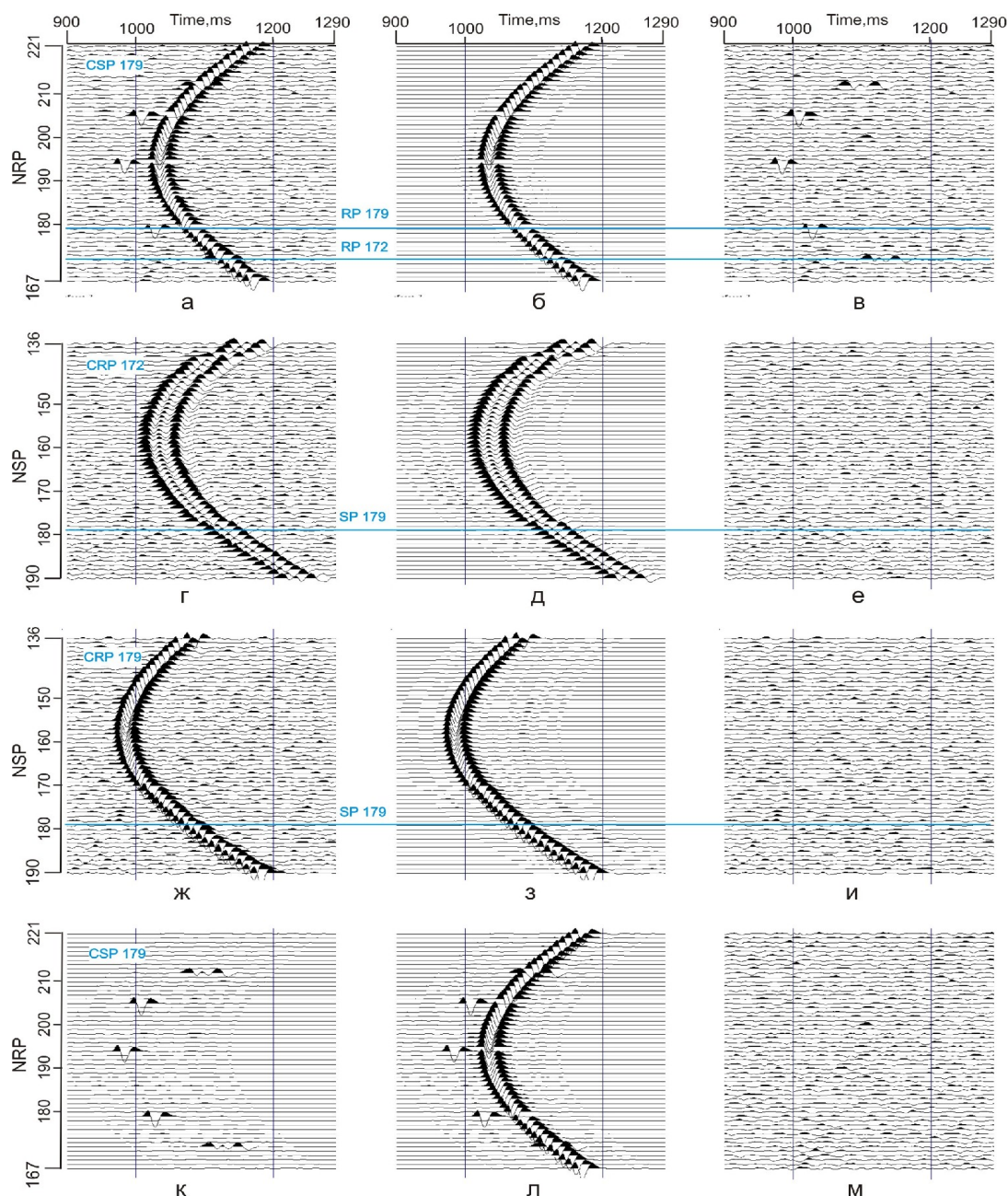
выделена полностью (рис.13), о чем свидетельствует отсутствие каких-либо элементов регулярной волны в поле остатков (рис.1и).

Заключение

1. Предложена и разработана технология выделения и вычитания квазирегулярных волн из сейсмограмм 2D/3D метода ОСТ, основанная на последовательном применении метода селекции регулярных волн к различным выборкам (ОТВ, ОТП, ОСТ и ОУ) входных данных. Она имеет важное значение для сейсморазведки при решении проблемы выделения и оценки параметров первичных отраженных волн при наличии в волновом поле существенных статических, кинематических и динамических погрешностей и нерегулярных помех.

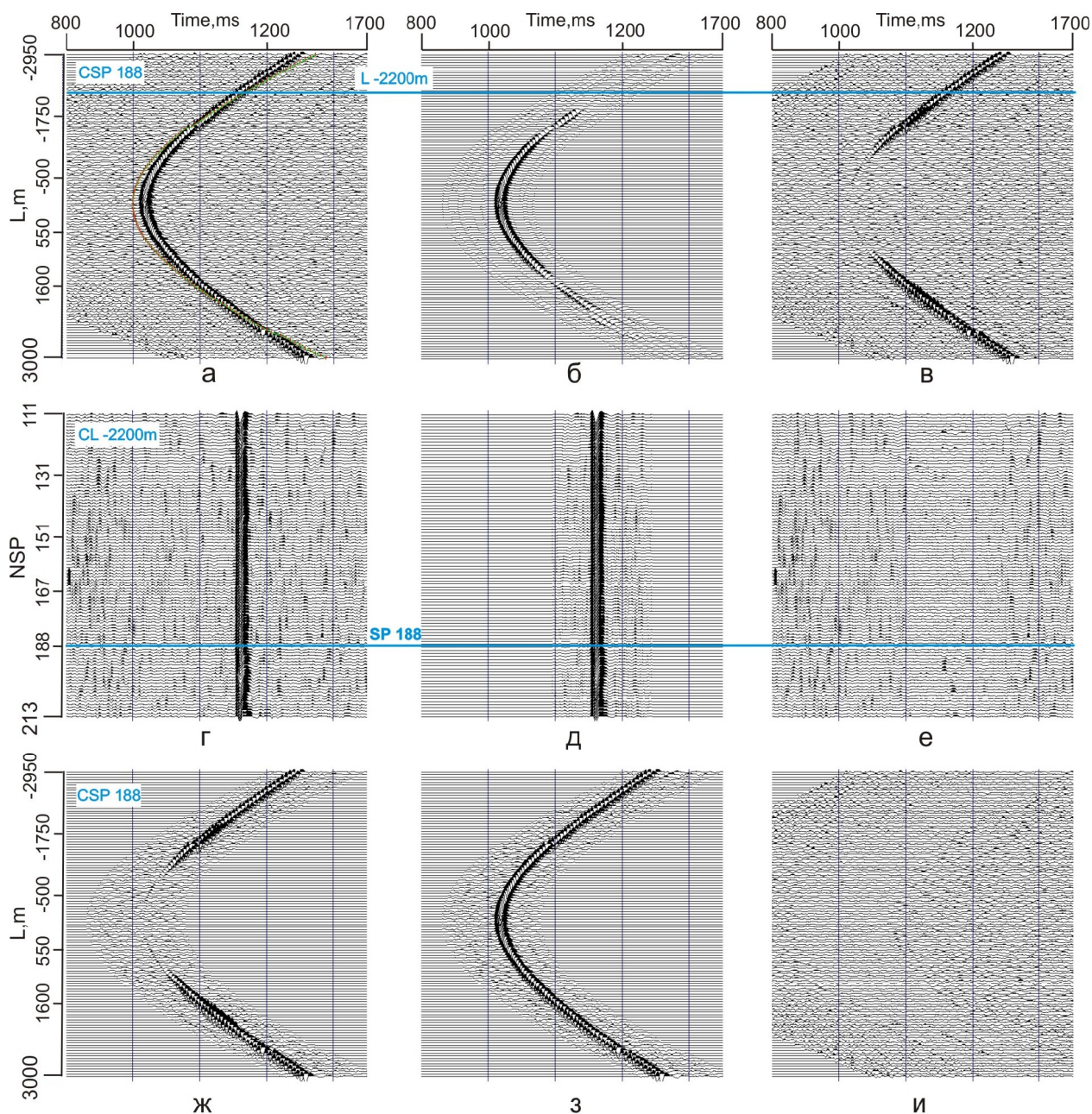
2. Эффективность метода оказывается высокой для моделей сред, близких к горизонтально-слоистым. Для произвольных же сред она возрастает при уменьшении базы селекции волн.

3. Эффективность технологии возрастает при ее итеративном применении, в процессе которого база селекции уменьшается, а параметры вычитаемых квазирегулярных волн уточняются. В этом случае влияние геологии на результат также уменьшается. Это позволяет в значительной мере подавить квазирегулярные волны-помехи и выделить первичные отраженные волны.



Обозначения: NSP - номер ПВ, NRP - номер ПП, CSP - сейсмограмма ОПВ, CRP - сейсмограмма ОПП, — трассы с искажениями волны в сейсмограммах ОПВ и ОПП

Рис.1. Пример последовательной селекции и вычитания частично регулярной волны с искажениями для отдельных ПП в сейсмограммах ОПВ и ОПП. а) сейсмограмма №179 ОПВ с исходной волной, искаженной статическими сдвигами трасс и изменениями ее формы, б), в) выделенная волна и результат ее вычитания из исходной сейсмограммы ОПВ соответственно, г)-е) сейсмограмма №172 ОПП, полученная по полю остатков в), выделенная волна и результат ее вычитания соответственно, ж)-и) те же данные для сейсмограммы №179 ОПП, к) сейсмограмма ОПВ с выделенными по сейсмограммам ОПП искаженными элементами исходной квазирегулярной волны, л), м) сейсмограмма ОПВ с окончательно выделенной исходной волной и результат ее вычитания из исходного волнового поля соответственно.



Обозначения: NSP - номер ПВ, L,m -удаление ПВ-ПП в м,
 CSP - сейсмограмма ОПВ, CL -сейсмограмма равных удалений,
 — одна из трасс с отклонением годографа волны от гиперболы

Рис.2. Пример последовательной селекции и вычитания регулярной волны с негиперболическим годографом. а) сейсмограмма №188 ОПВ с исходной волной и наложенным на нее гиперболическим годографом (красно-зеленая линия), б), в) выделенная волна и результат ее вычитания из исходной сейсмограммы ОПВ соответственно, г)-е) сейсмограмма ОУ -2200м, полученная по полю остатков в), выделенная волна и результат ее вычитания соответственно, ж) сейсмограмма ОПВ с выделенными по сейсмограммам ОУ элементами исходной волны, з), и) сейсмограмма ОПВ с окончательно выделенной исходной волной и результат ее вычитания из исходного волнового поля соответственно.

Литература

1. В.Н. Ференци, В.Л. Елисеев, А.А. Табаков, Д.В. Огуенко, Ю.А. Степченков, Д.А. Мухин, А.С. Колосов. Селекция волн в технологии сейсморазведки высокой четкости методом проектирования на области допустимых параметров. Материалы научно-практической конференции «Инновационные технологии и фундаментальная теория в сейсморазведке и сейсмологии», Москва, 2009, с. 11-18.
2. В.Н. Ференци, А.А. Табаков, Л.В. Севастьянов, Е.А. Фурсова, В.Л. Елисеев. Автоматическая селекция волн при модель-базированной обработке данных ВСП. Материалы научно-практической конференции «ВСП и трехмерные системы наблюдений в сейсморазведке», Москва, 2007, с. 12-17.