

Результаты сравнительных испытаний импульсного источника "ГЕОТОН" при сейсмических исследованиях на нефть и газ в Западной Сибири

Закариев Ю.Ш., Цыпышев Н.Н., ЗАО «ГеоСейсКонтроль», г. Москва
Гурьев С.В., ОАО «Тюменнефтегеофизика», Резвов В.И., ЗАО «ГЕОСЕЙС», г. Тюмень

Данная статья продолжает цикл публикаций довольно широкого круга авторов, освещающих возможности, опыт и результаты применения электромагнитного импульсного источника сейсмических колебаний «Геотон». В предыдущих публикациях изложены основы конструктивного решения и технические характеристики источника [1], результаты его применения в Западной Сибири при скважинных сейсмических исследованиях по методике ВСП [2] и продольном профилировании 2D [3].

Ниже мы рассмотрим результаты опытных работ 3D в Ямало-Ненецком автономном округе, в зоне развития многолетнемерзлых пород (ММП). Основная цель проведенных работ - оценка сейсмической эффективности данного поверхностного источника сейсмических колебаний в сравнении с взрывным.

Сравнение было выполнено по инициативе ОАО «Тюменнефтегеофизика» на Самбургской площади, в зоне лесотундры, при исследованиях 3D номинальной кратностью 18. Предварительно в различных поверхностных условиях были проведены одиночные опыты с целью определения максимально эффективных параметров возбуждения поверхностного источника «Геотон» в сравнении с взрывом ВМ в скважине как эталоном. При этом выяснились следующие особенности сейсмической записи, полученной с использованием импульсного поверхностного источника.

1. На исходных сейсмических записях, зарегистрированных в случае применения невзрывного источника, вне конуса поверхностной помехи в интервале времени 0,9-2,8 с устойчиво прослеживаются волны С, Г, Б. Волны нижнемелового интервала разреза М₁ и М прослеживаются менее устойчиво, а волны продуктивного интервала - между М и Б, волна Т, верхнеюрского интервала и более поздние - спорадически. С взрывным источником интервал устойчивого прослеживания отражений шире, вплоть до 3,8 - 4,0 с (волна А).

2. Интенсивность и разрешенность полезной записи в случае применения источника «Геотон» в целом ниже, чем для взрывного источника.

По интенсивности соотношение следующее: на «обычных» мерзлотных участках тундры «невзрывные» записи отраженных волн на времени $T_0 = 3,8$ с слабее «взрывных» примерно на 30-40 Дб. На существенно мерзлотных участках (мерзлотные бугры), где с увеличением времени регистрации отмечается более резкое уменьшение амплитуд отражений, различие в интенсивности регистрируемых отраженных волн минимально и составляет 20-30 Дб.

На мерзлотных участках граничные частоты спектров отражений (по уровню 0,5) для обоих источников довольно близки, но в случае возбуждения колебаний «Геотоном» амплитудно выразительнее область низких частот спектра. Для взрывов же наблюдается обратная картина. На участках подмерзлотных растеплений, из-за приповерхностной мерзлой корки мощностью 5-11 м (по данным бурения взрывных скважин), для этих двух источников отмечается даже некоторая инверсия амплитудных максимумов спектральных характеристик отражений, о которых говорилось выше.

3. Поверхностная волна при возбуждении колебаний источником «Геотон» имеет большую

интенсивность, чем при взрыве в мерзлоте, но меньшую, чем при взрыве в плавуне. Характерной регулярной помехи в случае взрыва в льдистом разрезе - «повторных ударов», при работе «Геотонов» не зафиксировано.

4. Оптимальное количество накапливаемых возбуждений группой из 16-ти модулей «Геотон» находится в интервале 15-20.

Для более полной характеристики энергетических возможностей невзрывного источника на рис. 1 приведены фрагменты сейсмограмм, полученных в типичных тундровых условиях на одном и том же ПВ, относящиеся к наиболее удаленным линиям приема. А с целью демонстрации разрешенности волнового поля выбран вариант записи после

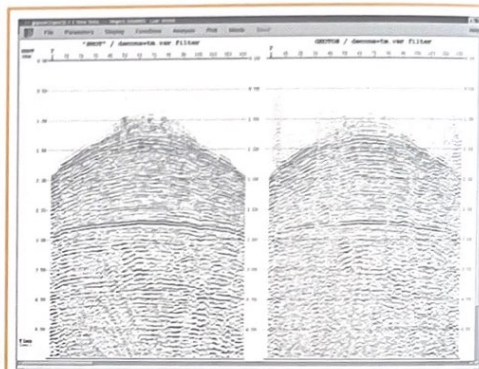


Рис. 1. Фрагменты сейсмограмм, полученных в условиях тундры с использованием источников: А - взрывного, В - импульсного «Геотон». (выполнены процедуры деконволюции и переменной во времени фильтрации)

деконволюции и переменной во времени полосовой фильтрации.

Таким образом, перед началом съемки 3D в опытном режиме с применением «Геотонов» уже было известно, что будут получены записи с меньшей интенсивностью и разрешенностью отраженных волн, с большим уровнем помех, но с более однородным обликом волнового поля, независимо от различных поверхностных условий возбуждения.

Съемка 3D с источником «Геотон» была проведена по производственной системе наблюдений и в производственном режиме на площади 6,6 кв. км (по периметру ПВ). При этом было выполнено более 300 физических наблюдений 3D. Параметры опытного импульсного источника - группы из 16-ти модулей «Геотон» - были следующими: сила импульсного воздействия каждого модуля - 30×10^4 Н, рабочее напряжение заряда конденсаторных батарей - 900 В, база линейного группирования трех щепов модулей ($6+6+4 = 16$ шт.) - 20-25 м, количество воздействий - 16. Для сравнения, параметры взрывного (производственного) источника, использовавшегося на участке исследований, таковы: заряд ВВ типа ТЛ-2,5 - 7,5 кг, глубина погружения заряда в одиночную скважину - 16 м.

Обработка полученных материалов выполнена по стандартному графу в обрабатывающей системе FOCUS. На этом процессе задерживать внимание не будем, а на рис. 2-5 покажем лишь

некоторые, важные на наш взгляд, его материалы.

Рис. 2 иллюстрирует прекрасное совпадение (примерно до времени 4,1 с) поведения кривых амплитуд $A(t)$ зарегистрированных волновых полей, инверсные аналоги которых использованы в качестве кривых усиления записи (для каждого источника отдельно).

Рис. 3 демонстрирует одноименные для обоих источников временные разрезы inline полученных кубов сейсмических данных, слева и в центре - по итогам стандартной обработки, справа - тот же «невзрывной» разрез после применения к нему

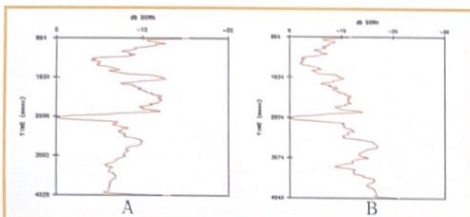


Рис. 2. Амплитудные графики $A(t)$ сейсмических записей при возбуждении источником: А - взрывным, В - импульсным «Геотон».

спектральной балансировки, дополнительной переменной во времени более жесткой ФНЧ, когерентных фильтров для подавления случайных помех (SIGNAL) и (FKPower). Сравнивая разрезы, мы видим, что по амплитудной выразительности левый и правый разрезы кажутся довольно близкими, но, тем не менее, сопоставив аналоги (левый и центральный), для невзрывного источника отмечаем все же недостаточное превышение уровня полезного сигнала над помехой как в целевом интервале М-Б, так и после волны Б. Эту относительную насыщенность высокочастотными помехами «невзрывного» волнового поля также демонстрируют рис. 4 и 5. На них представлено распределение частот в зависимости от времени регистрации до и после поверхностно-согласованной предсказывающей деконволюции.

Представленные выше материалы позволяют сделать следующие выводы. Применяя импульсный электромагнитный источник, можно добиться амплитудной и отчасти частотной выразительности записи, близкой к достигнутой при помощи взрывного источника, только значительно снизив шумовую составляющую поля по отношению к его полезной части - методическими приемами (увеличив в первую очередь кратность наблюдений), увеличением числа источников и (или) их мощности, снижением уровня помех во время регистрации волнового поля, специальными процедурами обработки данных. В данном случае, на наш взгляд, кратность суммирования по ОСТ необходимо было бы увеличить в 1,5-2,0 раза,

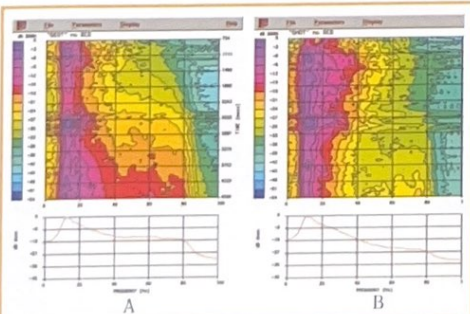


Рис. 4. Спектральные характеристики временных разрезов до процедуры деконволюции, характеризующие источники: А - взрывной, В - импульсный «Геотон».

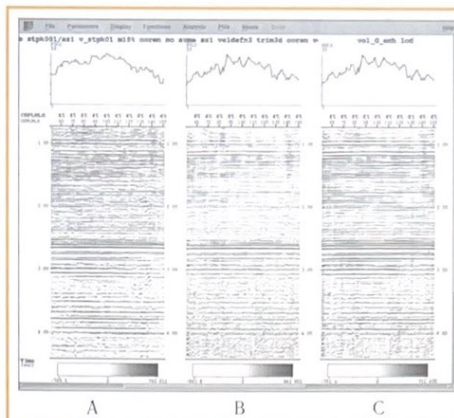


Рис. 3. Временные разрезы, характеризующие сейсмическую эффективность источников: А - взрывного, В и С - импульсного «Геотон». А и В - после стандартной обработки, С - после дополнительных процедур к разрезу В.

число источников «Геотон» довести до 24-х. То есть, выявленные особенности источника необходимо учитывать при планировании сейсморазведочных работ.

Основные выводы.

1. На территориях Западной Сибири, в том числе и в районах развития ММП, адекватно подобранные в комплексе: методика полевых работ, энергетические возможности набора модулей «Геотон» в сочетании с другими приемами повышения отношения сигнал/помеха позволяют получать сейсмические материалы, решающие геологические задачи по изучению строения осадочного чехла и даже глубже залегающих образований промежуточного структурного этажа (ПСЭ). При этом, на наш взгляд, минимально необходимое в группе количество модулей с силой импульсного воздействия каждого $30 \cdot 10^4$ Н - 18, достаточное - 24.

2. При планировании сейсморазведочных работ необходимо учитывать несколько меньшую частотную разрешенность волнового поля отражений импульсного источника, в основном на больших временах регистрации по сравнению с взрывным источником.

Литература

1. Свидетельство на полезную модель №23688 (Иванчиков НА, Резвов ВВ).
2. Волков Г.В., Кузнецов В.И., Кокшаров В.З., Резвов В.И. Использование источника «Геотон» при скважинных сейсмических исследованиях в Западной Сибири. Журнал «Приборы и системы разведочной геофизики», № 1, 2003 г.
3. Анкушев В.В., Резвов В.И., Гурьев С.В. Возможности сейсморазведки на основе группирования источников «Геотон». Журнал «Приборы и системы разведочной геофизики», № 4, 2004.

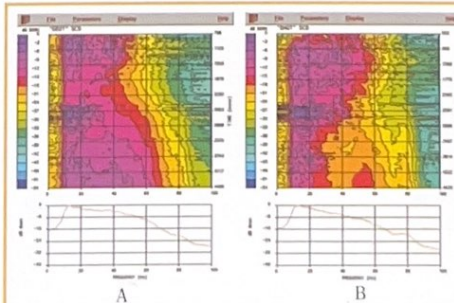


Рис. 5. Спектральные характеристики временных разрезов после процедуры деконволюции, характеризующие источники: А - взрывной, В - импульсный «Геотон».



ТЕЛЕМЕТРИЯ СЕГОДНЯ: ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ СЕЙСМОМОНИТОРИНГА