

Опыт применения невзрывных импульсных источников «Геотон-15» в сейсмогеологических условиях Припятского прогиба

■ Громыко В.М., Смолянченко О.В., Панько Ю.Г., «РУП «ПО «Белоруснефть»»,
■ Юров А.А., Лопухов Г.П., ООО «Фирма «Геосейс», г.Москва

В 2014 году Белорусским научно-исследовательским проектным институтом нефти (БелНИПИнефть) компании РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» в контрольной скважине № 9015 Некрасовского месторождения (глубина искусственного забоя 4100 м) проводились опытно-производственные работы ВСП с использованием группы невзрывных импульсных источников «Геотон-15», предоставленных российской компанией «Геосейс-Сервис» (рис. 1).



▲ Рис. 1. Расположение группы источников «Геотон-15» на пункте возбуждения.

Для проведения исследований были использованы четыре пункта возбуждения, расположенные по азимуту 159 на удалении 100, 1000, 1500 и 2000 м. В качестве источника сейсмических колебаний, кроме «Геотон-15», использовались заряды ВВ (0.4 кг), помещенные в специальную скважину глубиной 18 м. Регистрация осуществлялась с применением стандартного комплекта аппаратуры АМЦ-ВСП-3-48М с тремя (ПВ3 и ПВ4) и пятью (ПВ1 и ПВ2) скважинными трехкомпонетными (X, Y, Z) приборами. Параметры регистрации: длина записи – 4 с, шаг дискретизации – 2 мс.

Основной задачей исследований было - оценить возможность использования невзрывных источников «Геотон-15» для выполнения работ ВСП в сейсмогеологических условиях Припятского прогиба в кругло-суточном режиме работ.

Источник «Геотон-15» относится к группе

импульсных наземных невзрывных источников сейсмических колебаний, исполнительный механизм которого осуществляет единичные воздействия на геологическую среду. Импульсные источники типа «Геотон-15» используются для проведения наземных сейсморазведочных работ и исследований по методике ВСП более 10 лет, однако в сейсмогеологических условиях Припятского прогиба они использовались впервые.

Принцип работы источника «Геотон-15» основан на силовом взаимодействии электромагнитных полей, вызванных протеканием токов в обмотках (катушках) электромеханических преобразователей. В рабочем положении опорная плита прижимается к грунту массой преобразователя. Происходит разряд емкостных накопителей энергии через обмотки якоря и реактора преобразователя. В результате взаимодействия электромагнитных полей обмоток возникает импульс механической силы, приводящий в действие рабочую плиту. Под действием кратковременных нагрузок точки среды выводятся из положения равновесия и начинают совершать собственные колебания.

В основу конструктивного решения импульсного электромагнитного сейсмоисточника положена идея применения силы короткоходового электромагнита, возбуждаемого от импульсной схемы питания, обеспечивающей энергопреобразование в режиме, близком к постоянству потокосцепления магнитного поля электромагнита. Это решение позволило обеспечить к.п.д. преобразования энергии, потребляемой от емкостного накопителя схемы питания, 60-70%, и развивать усилия в десятки тонн длительностью 5-8 с, что и определило эффективное возбуждение сейсмических волн в необходимом для сейсморазведочных работ частотном диапазоне [1].

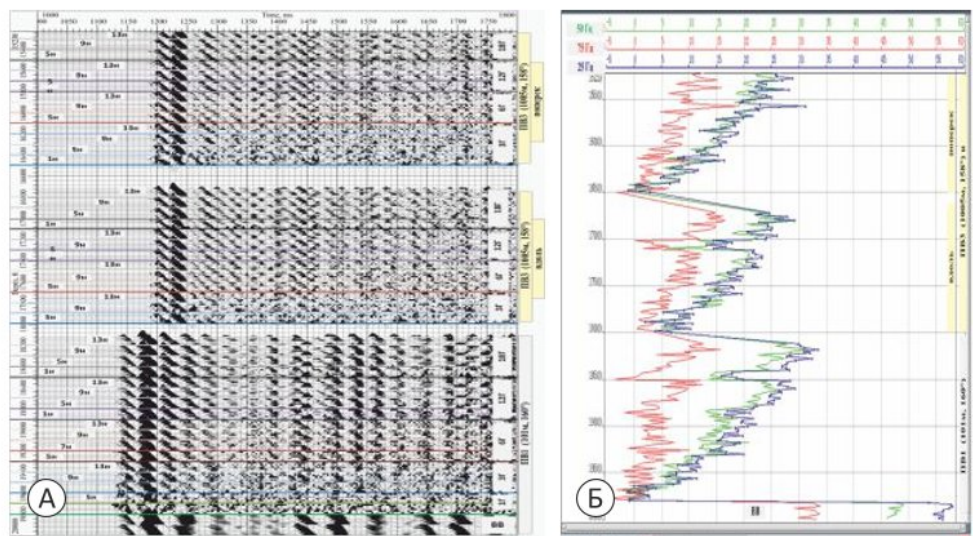


Рис. 2. Выбор количества накоплений: а) волновое поле при разных параметрах группирования и накопления; в) соотношения сигнал/помеха (Z-компонента).

Перед началом основных работ ВСП на ПВ100 и ПВ1000 проводились опытные наблюдения для определения оптимального количества источников «Геотон-15» и числа накоплений, а также их сравнения с сигналом от заряда ВВ весом 0.4 кг. На ПВ1000, с целью оценки влияния расстановки на характер зарегистрированного сигнала, импульсные источники размещались вдоль и поперек профиля (линия ПВ - устье скважины). Скважинные приборы (пять штук) были расположены на глубине 3500 м в плотных карбонатных породах межсолевого комплекса.

Обработка материалов опытно-производственных исследований ВСП с импульсными и взрывными источниками проводилась с использованием пакета для обработки и интерпретации данных скважинной сейсморазведки UNIVERS на базе ПК в операционной среде LINUX (разработчик ООО «ГЕО-ВЕРС», Россия).

Граф обработки включал в себя: ввод данных, формирование вертикального профиля, учет геометрического расхождения, ввод статических поправок, определение годографа первых вступлений, расчет скоростной модели, полосовая фильтрация, селекция (разделение) волнового поля на падающие и отраженные волны, деконволюция по форме падающей волны, вывод отраженных волн на вертикаль.

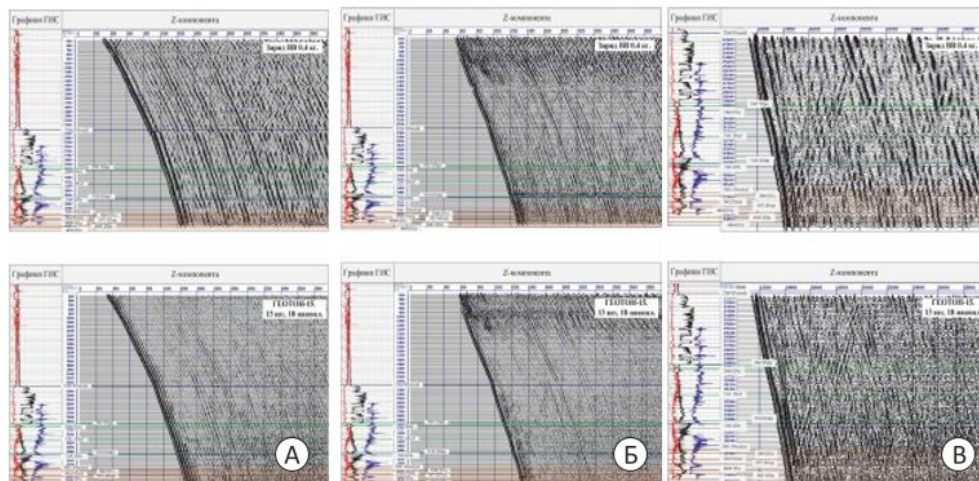
Определение оптимального числа невзрывных импульсных источников «Геотон-15» и числа накоплений (рис. 2) проводилось по результатам предварительных

опытных работ на ПВ100 и ПВ1000 на основе анализа зарегистрированных сейсмограмм от пяти скважинных приборов, установленных на глубине 3420-3500 м.

Рассматривая амплитуды сигнала прямой проходящей волны в первых вступлениях, можно отметить, что количество накоплений не влияет существенно на амплитуду зарегистрированного сигнала, поскольку на запись «идет» среднее значение амплитуды от всех накоплений ($A \cdot N/N$). В то же время, соотношение сигнал/помеха очень чувствительно к этому параметру. Фактически он является определяющим при выборе источника сейсмических колебаний. Здесь отмечается определенная разница между зарядом ВВ и импульсным источником (примерно в два раза), однако информация, полученная при 18 источниках и 13 накоплениях, вполне удовлетворяет требованиям к качеству первичного полевого материала. Различия в расстановке импульсных источников - вдоль и поперек профиля - не оказали практически никакого влияния на характер зарегистрированного сигнала.

Основываясь на результатах опытных работ, было принято решение продолжить исследования из 4-х пунктов возбуждения с использованием группы из 18 источников «Геотон-15», которые были размещены в три ряда по 6 штук при 13 накоплениях (рис. 1). Нормировка потрассная. Из ПВ100, ПВ1000, ПВ2000 регистрация сейсмического сигнала проводилась попеременно при одном прижиме приборов к стволу скважины от взрыва и группы «Геотон-15» в светлое

► Рис. 3. Исходные волновые поля:
а) ПВ1 (101 м, 160о);
б) П2 (1003 м, 158о);
в) ПВ3 (1984 м, 159о).



время суток. В темное время суток работы выполнялись только с «Геотон-15» и продолжались до трех часов ночи (ПВ100). На следующий день эти интервалы отрабатывались со взрывами. На ПВ1500 исследования выполнялись только с группой импульсных источников в период с 7 утра до 1 часа ночи.

Проанализируем исходные наблюдаемые волновые поля (рис. 3).

1. Импульс прямой проходящей продольной волны от группы «Геотон-15» имеет более стабильную и устойчивую форму, чем от взрывного источника.

2. Соотношение сигнал/помеха для различных частот для взрывного источника примерно в 2 раза больше, чем от импульсного на ПВ1 и ПВ2 (200-230 и 45-60 соответственно) и в 1.2 раза на ПВ4 (46-54 и 22-30). Соотношения сигнал/помеха с глубиной для заряда ВВ и группы «Геотон-15» изменяется аналогично.

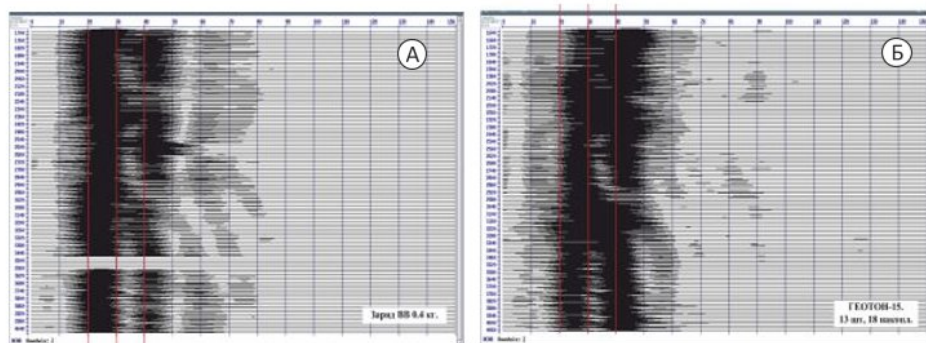
3. Импульсный источник имеет более высокий диапазон преобладающих частот - 20-40 Гц, по сравнению со взрывным - 15-30 Гц (рис. 4).

Сравнительная оценка качества и информативности данных, полученных в результа-

те обработки, выполнялась по полю отраженных продольных волн, выведенных на вертикаль. Результаты такой оценки свидетельствуют о практически полной идентичности материалов, полученных от взрывного и группы импульсных источников. При этом в целом от группы «Геотон-15» отмечается более высокочастотный характер поля отраженных волн и лучшая прослеживаемость отдельных отражающих границ (рис. 5).

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что группа импульсных невзрывных источников типа «Геотон-15» позволяет решать поставленные перед скважинной сейсморазведкой геологические задачи по изучению скоростной характеристики разреза и уточнению геологического строения околоскважинного пространства. Источники «Геотон-15» обеспечивают сокращение сроков задолженности скважины для проведения ВСП за счет работы в темное время суток и, следовательно, сокращают финансовые затраты на строительство скважин. Определенным ограничением их использования являются поверхностные условия на территории Припятского прогиба, прежде всего заболоченность

► Рис. 4. Амплитудно-частотная характеристика (ПВ2):
а) с зарядом ВВ (0.4 кг);
б) с группой Геотон-15 (18 шт, 13 накопл.)



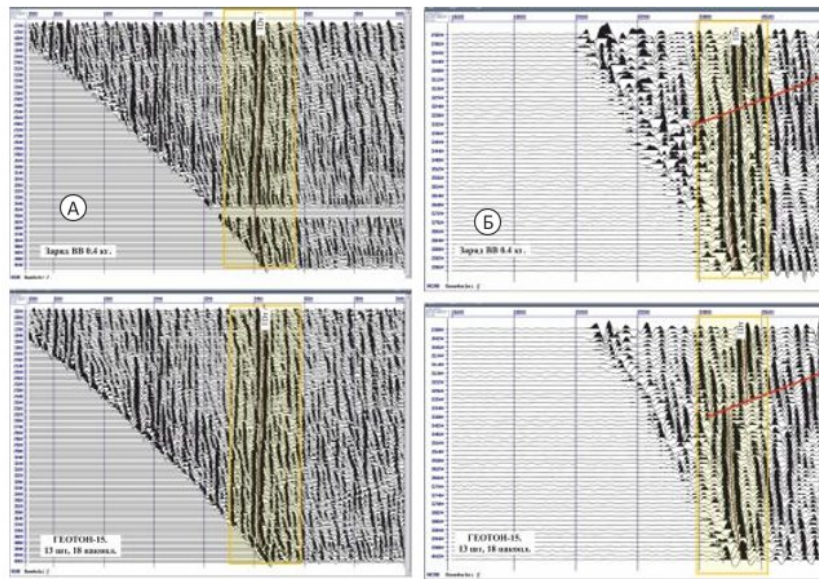


Рис. 5. Поля отраженных волн от разных источников, выведенных на вертикаль:
а) ПВ2;
б) ПВ4

местности. Однако их практически всегда можно использовать на ближнем пункте возбуждения, что позволяет проводить регистрацию сразу с двух ПВ - ближнего («Геотон-15») и дальнего (заряд ВВ в скважине). Тем самым, обеспечивается сокращение сроков выполнения полного комплекса работ ВСП на скважине. При благоприятных условиях работы аналогичным образом можно проводить и из двух удаленных пунктов возбуждения. Кроме того, импульсные невзрывные источники можно использовать при наземных сейсмических работах 2Д и 3Д в эксклюзивных зонах, в частности, в населенных пунктах, на участках с развитой сетью коммуникаций, в поймах

рек, на реках и озерах в зимний период при достаточной толщине льда.

Литература

1. Гурьев С.В., Лопухов Г.П., Юров А.А., Импульсный электромагнитный источник «Геотон-15». Опыт практического применения. Приборы и системы разведочной геофизики, №3(45)/2013 стр.49-52



Панько
Юрий Георгиевич
Управление полевых сейсмо-разведочных работ, РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», начальник отряда ВСП



Громыко
Валентин Михайлович
БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», ведущий геофизик отдела сейсмической интерпретации



Лопухов
Геннадий Петрович
ООО «Фирма «Геосейс», советник по научно-техническим вопросам, д.т.н.



Смоляченко
Ольга Владимировна
БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», ведущий геофизик отдела сейсмической интерпретации



Юров
Антон Александрович
ООО «Фирма «Геосейс», главный геофизик